HC
Pr 1956
M

TOME XXXIV, FASC. 2-3 31 DÉCEMBRE 1969

REVUE DE MYCOLOGIE

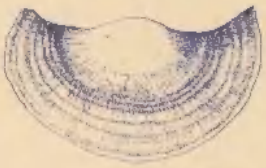
Paraissant 5 fois par an

publiée et dirigée par

ROGER HEIM

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.



Culture industrielle des Champignons sylvestres en Hongrie

LABORATOIRE
DE CRYPTOGAMIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON, PARIS (Ve)

Source : MNHN, Paris

Tome XXXIV, Fasc. 2-3 31 décembre 1969

Directeur : Roger HEIM

Comité de Rédaction : R. HEIM, Jacqueline NICOT,
Jacqueline PERREAU, Patrick JOLY.

Secrétaire de la Rédaction : Jeanne PELLIER.

Secrétaire administrative : Colette WITKIEWICZ.

SOMMAIRE

TRAVAUX ORIGINAUX

Ede VÉSSEY. — Culture industrielle des Champignons sylvestres en Hongrie (avec 2 Pl. h.-t., 5 fig. et 1 tabl.) 93
G. REISINGER. — Morphologie ultrastructurale et critères taxinomiques chez les Deutéromycètes. II. L'appareil sporifère chez *Dendryphiella vinosa* (Berk. et Curt.) Reisinger (avec 6 Pl. h.-t.) 109
A. BELLEMÈRE. — Cytologie des Discomycètes (Travaux récents) 122
J. BOIDIN. — A propos du genre *Lopharia* Kalchbr. et Mc Ow. em. Boidin 1959 187
L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT. — Quatrième contribution à l'étude des Ustilaginales parasites du Bassin méditerranéen occidental (Afrique du Nord, Espagne, Italie) (avec 1 Pl. h.-t. et 4 fig.) 192
C. DE BIÈVRE. — Composition en protéines, ARN, ADN, lipides et polyosides des phases levure et filamenteuse de *Sporothrix schenckii* (avec 2 tabl.) 220

***

Analyses bibliographiques 231

***

SUPPLÉMENT

Chronique de l'amateur : Champignons invisibles, par Georges BECKER 233
Chronique mexicaine : Une sélection de commentaires sur les drogues, par Roger HEIM 238
Toiles d'araignées et champignons hallucinogènes, par Gabrielle BAZANTÉ (avec 2 fig.) (*suite*) (*à suivre*) 243
Révision des Bolets. Troisième note (avec 9 Pl.-t.), par J. BLUM. 249
Nécrologie 237
Informations 237, 278

Source : MNHN, Paris

Pz 1956

Culture industrielle des Champignons sylvestres en Hongrie

Par Ede VÉSSEY (Budapest).

(Pl. hors-texte III [I] et IV [II].)

■

Une impitoyable puissance mondiale, la famine, menace pour ainsi dire les 70 % de la population de notre globe et ravit un être humain par seconde. Pourtant, c'est précisément dans les pays où la progression démographique est la plus forte que la production agricole s'est développée le moins. Sur ces territoires exposés à la famine on trouve en grande quantité des substances végétales inutilisables pour l'alimentation, comme le bois, les herbes, les algues marines et d'eau douce, les déchets agricoles et forestiers. Les champignons supérieurs sont capables de désagréger les fibres de cellulose de ces matériaux et de les rendre ainsi, plus digestibles, tandis que la masse des mycéliums en croissance, qui les pénètrent, augmente leur contenu en protéines. Ce processus pratiquement utilisé permet d'obtenir des substances alimentaires pour les hommes et les animaux.

L'auteur et son collaborateur, Ernö Toth, ont obtenu, en exposant à l'action des mycéliums du *Pleurotus ostreatus* des rafles et tiges de maïs, de la paille, menue-paille et grenaille, une matière bonne à servir de fourrage aux porcs. Différentes céréales, par exemple le blé, le riz et le panic décortiqués, le maïs en graine ou en semoule, peuvent également subir ce procédé et devenir, moyennant cette technologie industrielle bon marché, des produits aptes à l'alimentation de l'homme, soit, de la farine et de la semoule imprégnées de « blanc » de champignon. L'utilisation des champignons dans l'industrie alimentaire peut se multiplier par cette méthode et la farine ou la semoule de riz et de maïs, enrichies de mycéliums, deviennent une matière de remplissage pour produits de charcuterie, pâtes et sauces. La composition amino-acide de la matière basale pénétrée de mycéliums ressemble à celle de la viande. Sous l'effet mécanique et biologique de la mouture et grâce à l'activité

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

des filaments mycéliens, la digestibilité des produits finement moulus augmente subitement. Les cuissons expérimentales et les essais de conserveries ont abouti à des résultats positifs.

Cependant, il se présente un autre moyen pour écouler les immenses quantités de déchets ou de matières utiles constituant des superflus cellulosiques : on peut s'en servir pour la culture des carpophores de champignons. Dans toutes les régions, sous tous les climats, on peut trouver des champignons spécifiques et cultivables mis à profit sur un plan industrialisé.

Il est possible de combiner les deux procédés. Par exemple, le *Pleurotus ostreatus* pousse bien sur la base des rafles de maïs. Après la récolte d'une quantité appréciable de champignons servant à la consommation humaine, ces bases sèches ou humides peuvent encore servir de fourrage complémentaire pour les porcs et les moutons.

Etant donné que l'utilisation pratique de cette méthode exige des conditions de stérilisation, c'est-à-dire des investissements notables s'il s'agit d'une culture industrialisée, même d'une technologie complètement mécanisée, une voie plus praticable, la culture du champignon sur le bois, s'est posée au premier plan. Peu de main-d'œuvre et de modestes investissements suffisent pour la mise en marche de ce système dont l'unique phase coûteuse, exigeant une technologie d'asepsie, est l'obtention de la quantité nécessaire, mais relativement insignifiante, de la matière inoculatrice.

Si nous pensons aux résultats positifs obtenus il y a 2 ou 3 décennies et à la littérature s'y référant, qui conseillait — sur la base des résultats de la culture expérimentale des champignons sur bois — l'extension d'une culture industrialisée, il est difficile de comprendre que cette méthode ne se soit pas popularisée en Europe dans la mesure des possibilités offertes par la rentabilité d'une part et les exigences du marché de l'autre.

L'exemple des Chinois et des Japonais est éloquent. Les usines de conserves européennes et nord-américaines importent actuellement du Japon des milliers de tonnes du *shii-take* (*Lentinus edodes*) sec ou conservé d'autres façons. Aujourd'hui, le bois, et particulièrement celui des arbres feuillus propices à la culture des champignons, perd de plus en plus de son importance comme matière industrielle ou comme combustible. En Europe, le superflu en bois de faible qualité, procédant des immenses étendues de forêts de chênes, hêtres, chênes pubescents, charmes

Source : MNHN, Paris

et peupliers, représente une masse presque invendable qui le sera également à l'avenir, étant donné que des considérations biologiques influent sur l'établissement de la population et tendent à conserver les grandes étendues boisées. Peu de branches de l'industrie agricole et forestière peuvent concourir économiquement avec la culture des champignons sur bois. Si nous ajoutons que — malgré son obtention en croissance évidente sur l'échelle mondiale — le volume des champignons récoltés ne peut suffire à faire face aux exigences du marché et que le champignon n'est plus, comme autrefois, un végétal assaisonnant, mais bien un succédané de la viande, une matière importante parmi l'alimentation dont la tendance est de diminuer le contenu d'hydrocarbones des mets, on peut admettre qu'il y a peu d'excuses à la position arriérée que nous occupons en Europe dans cette branche des cultures modernes.

Dans notre pays, les 84 % de la surface boisée sont couverts d'arbres feuillus. Une grande partie de la population a abandonné le chauffage au charbon et au bois pour le chauffage à l'huile, à l'électricité, au gaz ou au gaz naturel. Au cours des dernières décennies, l'acclimatation du peuplier cellulosique formait l'essentiel souci du plan de reboisement de la Hongrie. Il faut noter que seulement les 50-60 % environ de ce bois convenaient à la fabrication du papier et, puisqu'il est de structure inconsistante et par conséquent peu apte à d'autres utilisations, la majeure partie restait vouée à la décomposition dans les dépôts forestiers.

Comme nous venons de le dire, le bois ne fait pas défaut en Hongrie, de sorte que la culture des champignons sur ce support, du *Pleurotus ostreatus* par exemple, offre l'occasion unique de valoriser économiquement le superflu de nos bois de moindre valeur. Dans l'espace de 2 ou 3 ans, ce champignon produit sur 100 kg de bois à peu près 14 ou 15 kg de champignons frais.

Les frais prévus sont les suivants :

100 kg de peuplier ou hêtre en grume	25 Forint (*)
Frais d'inoculation du bois ci-dessus	60 »
Coût de l'ensilage, manipulation, arrosage, récolte, transport, etc.	50 »
Frais généraux	50 »
Total	185 Ft/100 kg

(*) Monnaie nationale hongroise. Un FF, avant sa dévaluation, équivalait à 6,08 Forint.
Abbréviation : Ft.

Source : MNHN, Paris

On peut vendre notre récolte de 14 kg au prix marchand de 22 Ft/kg en gros, pour l'exportation ou les conserveries, ce qui représente un rendement total de 308 Ft/100 kg de bois. Le prix de revient d'un kilogramme de *Pleurotus ostreatus* équivaut donc à 13,22 Ft et le profit possible sur un quintal métrique de bois à 123 Ft. Chez nous, le prix de revient d'un kilogramme du champignon de couche varie entre 23 et 25 Ft et il est de plus en plus difficile de se procurer les matières nécessaires à sa culture. Ce champignon se vend au marché 30 à 40 Ft le kilo.

Bien que nous ayons élaboré des méthodes de culture pour plusieurs espèces de champignons dont la production montre déjà en divers endroits des résultats prometteurs, le *Pleurotus ostreatus* est le seul qui soit devenu l'objet d'une production industrialisée. La raison en est que ce champignon surpasse sous les rapports de qualité et de rentabilité toutes les autres espèces de champignons, aussi bien le *shii-take* (*Lentinus edodes*), la Pholiote changeante (*Pholiota mutabilis*), l'Agrocybe du peuplier (*Agrocybe aegerita*) ou la Collybie à pied velouté (*Collybia velutipes*) — espèces poussant sur du bois — que certaines autres sortes qui se développent sur des débris végétaux, tels le Pleurote du panicaut (*Pleurotus Eryngii*) ou le Tricholome agrégé (*Tricholoma aggregatum*). Les mycéliums de ces champignons montrent une puissance de croissance très variée, que ce soit sur du malt gélosé ou un autre milieu nutritif artificiel ou bien le sol naturel (fig. 1 et 2). A une température de 22 à 25° C, les mycéliums du *Pleurotus ostreatus* prennent la moitié du temps pour pénétrer le même volume de peuplier inoculé que la Collybie à pied velouté et un tiers du temps dont a besoin l'Agrocybe du peuplier. Le *shii-take* et la Pholiote changeante prennent également trois fois plus de temps que notre champignon pour pénétrer de leur mycélium le bois du hêtre. L'apparition du premier champignon et la durée de la culture se prolongent dans la même proportion. Le tableau ci-dessous montre — sur la base de nos expériences — les essences de bois qui favorisent la culture économique de différentes espèces de champignons. Le chiffre indique le nombre d'années où la première récolte se présente :

Source : MNHN, Paris

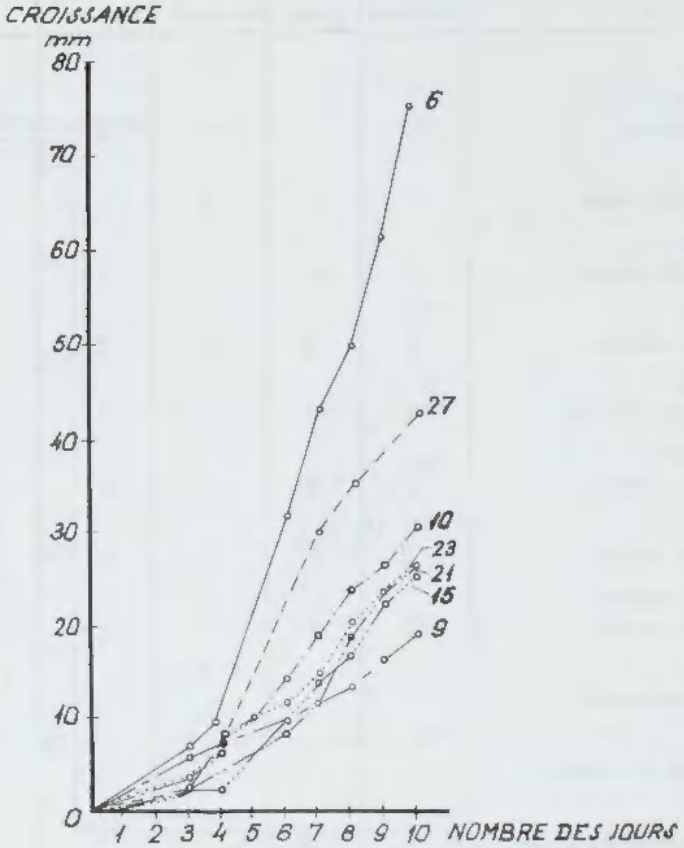


Fig. 1. — Croissance des mycéliums des champignons sylvestres cultivables sur de l'agar malté à 2,5 %, à une température de 22,5° C.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU

Arbre	*Pleurotus ostreatus*	Pholiote chang.	Agrocybe du peupl.	Collybie pied vel.	*Shii-take*
Acacia *Robinia Pseudacacia*	—	—	—	2	—
Aulne *Alnus glutinosa*	—	—	—	—	2
Bouleau *Betula pendula*	1	—	—	2	2
Cerisier *Cerasus avium*	1	2	—	2	—
Charme *Carpinus Betulus*	1	2	—	2	2
Châtaignier *Castanea sativa*	1	2	—	2	2
Chêne *Quercus robur*	2	2	—	2	2
Chêne chevelu *Quercus cerris*	1	2	—	2	2
Erable *Acer campestre*	—	—	—	—	2
Frêne *Fraxinus excelsior*	—	—	—	2	—
Hêtre *Fagus silvatica*	1	2	—	2	2
Noyer *Juglans regia*	1	2	—	2	—
Peupliers *Populus alba, nigra, Tremula, euramericana*	1	—	2	2	—
Saule *Salix alba*	1	—	2	2	—
Tilleul *Tilia cordata*	—	—	—	2	—

Source : MNHN, Paris

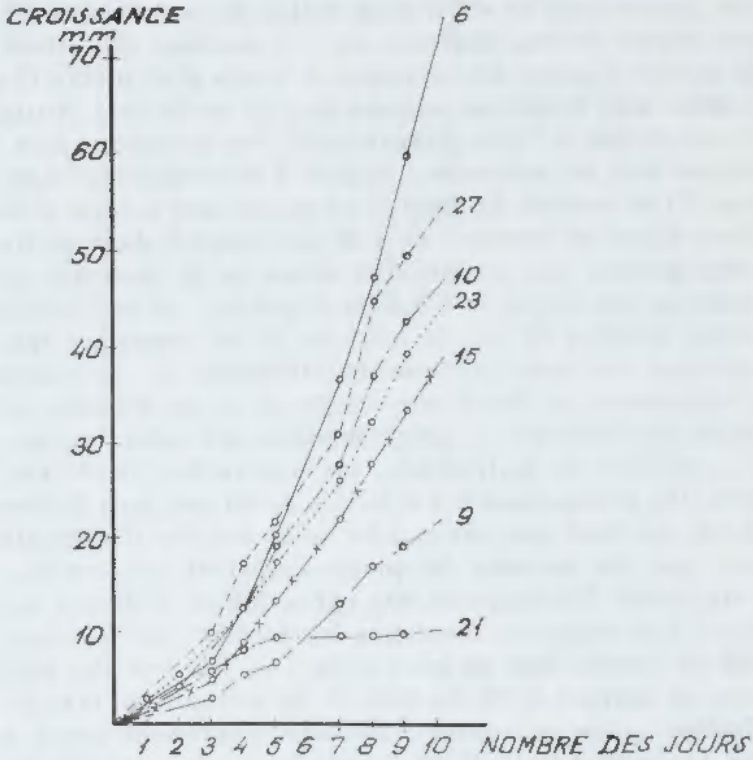


Fig. 2. — Croissance des mycéliums des champignons sylvestres cultivables sur de l'agar malté à 2,5 %, à une température de 29° C.

Source : MNHN, Paris

Vouloir faire connaître la culture des différentes espèces de champignons dépasserait le cadre du présent article. Etant donné que leur obtention sur bois ne montre pas de divergences notables et que celle du *Pleurotus ostreatus* est déjà un procédé expérimenté par nous en Hongrie, nous en donnons un compte rendu détaillé.

Ces dernières années, les 90 % du bois utilisé à ces fins en Hongrie provenaient de différentes sortes de peupliers et 10 % d'autres arbres (hêtres, charmes, etc.). L'abattage des arbres se fait de janvier à mars; les branches et troncs d'au moins 15 cm de diamètre sont taillés en sections de 1,20 m de long. Au mois d'avril, on creuse à l'aide d'excavateurs des tranchées dont les dimensions sont les suivantes : largeur 1 m, profondeur 1,30 m, longueur 23 m environ. Le fond et les parois sont aplanis à force humaine. Alors les sections de 1,20 m, coupées dans la forêt, sont transportées sur les lieux et sciées en 5 morceaux dont le premier est un disque de 3 à 4 cm d'épaisseur et les 4 suivants des billots de 29 à 30 cm de hauteur. Il est important que le morcellement du bois se fasse parallèlement à l'inoculation. Pour commencer, on étend une couche de 1 cm d'épaisseur de la matière inoculatrice — préparée dans des laboratoires spéciaux — au fond de la tranchée, sur une surface de 30 cm de diamètre. On y superpose les 4 billots de 30 cm, puis le disque de 3-4 cm, les liant par une couche de la matière d'inoculation, de sorte que les sections de coupe s'ajustent exactement les unes aux autres. Un long clou fixe par le milieu le disque mince supérieur. Les filaments mycéliens ne tardent pas à traverser de fond en comble, par en haut et en bas, le corps des billots, toujours en suivant le fil du bois et en mettant en marche la putréfaction noble de celui-ci. Le bois décomposé prend une couleur blanc jaunâtre; il en émane une odeur rappelant la vanille. Pendant les travaux d'inoculation, il ne faut pas oublier de couvrir immédiatement la tranchée pour conserver l'humidité naturelle du sol et des billots, ce qui peut se faire avec des dosses, fagots ou roseaux, soutenus par des perches, le tout recouvert d'une couche de terre de 15 à 20 cm d'épaisseur. Ainsi se prépare aux mois d'avril et mai la tranchée d'incubation. La capacité de réception de cette tranchée, longue de 23 m, est de 200 quintaux de bois, chiffre supposant des billots de 15 cm de diamètre au minimum. En été, surtout si la température est extrêmement chaude et sèche, il faut arroser abon-

Source : MNHN, Paris

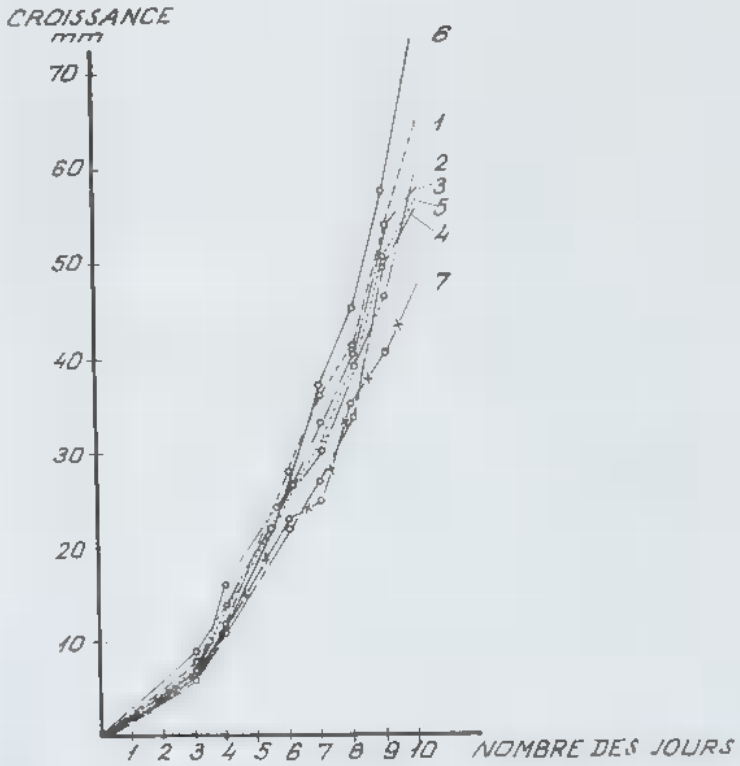


Fig. 3. — Croissance des mycéliums des souches de *Pleurotus ostreatus*, collectées jusqu'en 1967 (numéros 1 à 7), à une température de 22,5° C. Le n° 6 montre la croissance la plus intense.

Source : MNHN, Paris

damment, à deux ou trois reprises en tout, le sol qui borde la tranchée. Jusqu'à fin août ou début de septembre, les filaments mycéliens du Pleurote auront complètement pénétré le bois. Le moment sera venu de découvrir la tranchée et de transporter les billots sur le lieu de la récolte. Leur poids aura déjà diminué de 25 à 30 % en raison de la perte d'humidité et de la putréfaction du bois.

Les endroits les plus propices à la culture sont les lisières des grands bois, les forêts claires, les rivages des fleuves, lacs, canaux, disposant d'un air vaporeux, à ombre diffuse, et protégés du vent. Ici les billots sont placés en position verticale, à interlignes de 30 cm dans les deux directions, de sorte qu'un tiers de leur corps s'enfonce dans la terre. Grâce à la capillarité du sol, les billots absorbent et conservent l'humidité ascendante. En cas d'une température sèche et venteuse, il est opportun d'arroser la place une fois par semaine.

Les carpophores commencent à sortir aussitôt après les premières gelées apparues au sol, en fin octobre ou début de novembre. La récolte dure jusqu'au commencement des gelées sérieuses. La cueillette se fait chaque deuxième ou troisième jour. Le gel et la réfrigération à courte ou longue durée ne nuisent pas à notre champignon. Il arrive souvent que quelques petits réceptacles poussés au début de l'hiver gèlent et dégèlent plusieurs fois jusqu'à l'arrivée du printemps, puis reprennent leur croissance interrompue, sans que cela diminue leur valeur.

Les insectes ne causent pas de préjudice au Pleurote car, au moment où les carpophores paraissent, les insectes ont déjà péri dans la forêt à cause du froid. L'année dernière, cependant, une surprise désagréable nous attendait. De manière tout à fait inusitée en Hongrie, il y eut deux semaines de gelées au début de septembre, ce qui accéléra l'apparition des champignons, puis, quand les petits réceptacles avaient déjà atteint 2-3 cm de diamètre, la température changea subitement et 3 semaines venteuses, de chaleur estivale se succédèrent, favorisant la reproduction des moucherons du champignon et causant le dessèchement des carpophores. Malgré une nouvelle poussée de production vers la fin octobre, les conditions atmosphériques influencèrent défavorablement la récolte, surtout aux endroits où l'on n'avait pas arrosé suffisamment pendant la période critique. L'ennemi de notre *Pleurotus ostreatus* était un moucheron connu, à corps blanc et tête noire, dont les larves

Source : MNHN, Paris

d'environ 8-12 mm de longueur rongent surtout les lamelles du chapeau. Ce moucheron (*Exechia Lundstroemi* Landrock) pond ses œufs sur les lamelles. Au lieu d'éclosion des œufs il reste une tumescence coiffée d'une houppette blanche de mycélium aérien (Pl. IV [II], phot. 8). Dans notre pays, c'est la première fois que l'on a trouvé ce moucheron s'attaquant au *Pleurotus*.

La méthode que nous employons — disposer les billots à l'endroit de la récolte — permet de placer environ 35 000 quintaux de bois vert sur un territoire d'un hectare. L'endroit ne demande presque pas de manutention. A la fin de l'automne, on extirpe seulement les mauvaises herbes de haute taille; les autres, les plantes basses, assurent un microclimat favorable et diminuent le danger que causerait le dessèchement du sol et des billots.

Une fois inoculés de la manière décrite, les bois de structure molle (peupliers, saules) portent leur récolte pendant deux ou trois ans tandis que les bois plus consistants (chêne, chêne chevelu, charme) le font pendant trois ou quatre ans, tout en se putréfiant lentement durant ce laps de temps. Pour les peupliers, par ex., on peut s'attendre à une récolte totale de champignons équivalant à 15 % du poids du bois vert. La récolte atteint son point culminant vers la fin de l'automne, mais une poussée plus faible peut se produire éventuellement au printemps. Le 15 % mentionné, calculé sur la base de la récolte totale, se divise de la manière suivante : première année — celle de l'inoculation — 4 % environ; deuxième année de 8 à 9 %; troisième année 1-2 %.

L'année passée on a inoculé en Hongrie une quantité globale approchant de 20 000 quintaux de bois, dans une quarantaine d'exploitations agricoles. Des inoculations expérimentales ont été réalisées en Allemagne Occidentale, au Danemark et en Italie. A Milan, en particulier, où notre méthode a été introduite dans des forêts, à une altitude de 500, 1 000 et 1 500 m, la récolte du *Pleurotus ostreatus* s'est montrée des plus favorables. Chez nous, un quart de la récolte est passé à l'exportation, le reste a été vendu au marché ou utilisé par les conserveries. Le prix d'achat du *Pleurotus ostreatus* dans l'industrie des conserves a égalé celui du champignon de couche de bonne qualité. Ce Pleurote non seulement s'utilise à l'état frais, pour la cuisine et les conserveries, mais sa chair blanche desséchée

Source : MNHN, Paris

est également bonne et ne perd pas son goût aromatique. Il faut de 9,5 à 10 kg de champignons frais pour obtenir 1 kg de secs.

Etant un parasite de blessures ou de faiblesse, mais plutôt un saprophyte, le *Pleurotus ostreatus* ne contamine pas les arbres sains de la forêt, même pas si on le cultive de manière intercalaire.

Il y a, actuellement dans le pays, trois laboratoires spécialisés qui produisent exclusivement — sous notre direction et moyennant des méthodes industrialisées — la matière d'inoculation des champignons alimentaires poussant sur du bois. Les deux laboratoires qui fonctionnaient déjà l'an dernier ont obtenu environ 60 000 litres de cette matière. Pour cette année, la production prévue des trois laboratoires est approximativement de 300 000 litres.

Les exploitations agricoles où ces laboratoires fonctionnent se chargent d'inoculer et de préparer sur commande le bois du client, sur place, en Hongrie aussi bien qu'à l'étranger. De plus, elles mettent en vente des billots inoculés et déjà pénétrés par les filaments mycéliens des cinq espèces de champignons alimentaires, au choix (*Pleurotus ostreatus, Pholiota mutabilis, Agrocybe aegerita, Lentinus edodes* et *Flammulina velutipes*). Le public achète surtout ces billots préparés en vue de les disposer dans des jardins potagers, pour des motifs culinaires.

Une phase de nos recherches s'est étendue à l'inoculation de différentes espèces de champignons sur un seul billot. L'avantage de cette méthode est évident dans les jardins potagers, puisque la fructification des différentes espèces ne coïncide pas, ce qui assure une récolte continue. Dans ce cas, bien entendu, la putréfaction du bois est plus rapide et la récolte totale un peu plus réduite.

Après l'abattage des arbres, les troncs restés enracinés dans la forêt et inoculés avec le *Pleurotus ostreatus* se décomposent complètement dans l'espace de trois ans. Même le bois des racines entre en jeu ainsi; on s'épargne les frais du déracinement et le bois putréfié sur place bonifie le sol.

Une culture économique exige la sélection minutieuse de la souche appropriée. Au cours des dernières années, nous avons collecté une quantité de souches sauvages dans la forêt et avons examiné la vélocité de croissance des mycéliums, puis mesuré le poids de la récolte. Un autre problème à résoudre était le

Source : MNHN, Paris

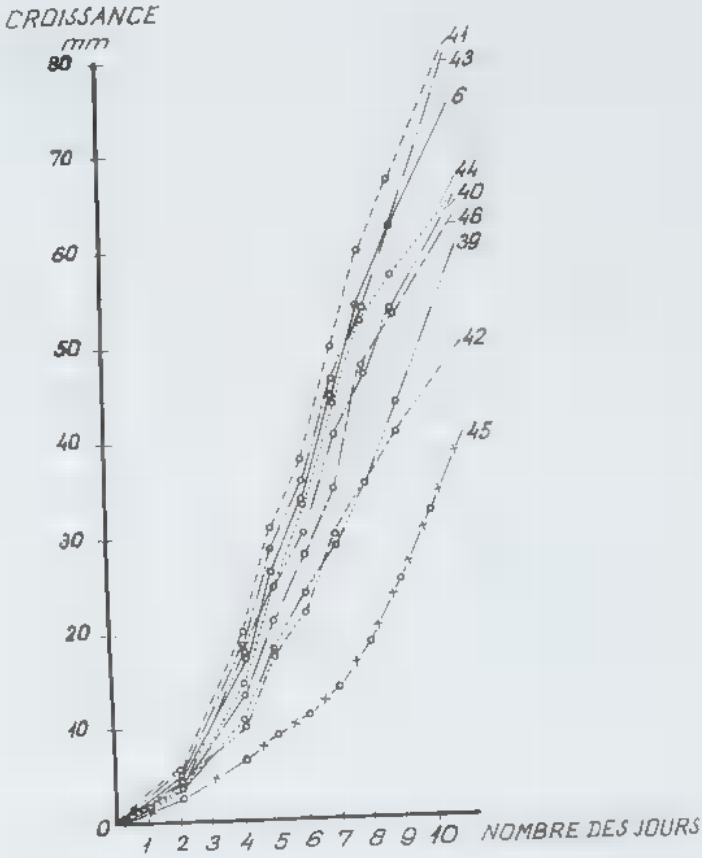


Fig. 4. — Croissance des souches de *Pleurotus ostreatus*, collectées en 1968 (numéros 39 à 46), comparées à la souche n° 6, à une température de 22,5° C. Une différence de croissance atteignant quelquefois 100 % a été observée. Les nouvelles souches n°s 39 et 41 ont poussé d'une manière encore plus vigoureuse que le n° 6 plus ancien.

Source : MNHN, Paris

croisement artificiel des souches sauvages. La reproduction sexuée du *Pleurotus* est de type hétérothallique et tétrapolaire. Pour le croisement artificiel nous avons mis au point des cultures monospores monocaryotiques, obtenues des souches sauvages, puis les avons accouplées. Sur les 30 copulations réalisées, seulement 9 se sont montrées compatibles et ont produit une culture végétative dicaryotique, apte à produire des hyménophores. Des expériences suivies en laboratoire et sur les lieux nous ont permis de sélectionner les souches disposant des qualités les meilleures sous le rapport d'abondance de la récolte : résistance au gel et à la chaleur, couleur et forme plaisantes, saveur, etc.

Nous disposons actuellement d'une cinquantaine de souches naturelles et forcées. Les figures 3, 4 et 5 montrent la vélocité de croissance de certaines souches sur de l'agar malté à 2,5 %.

Une autre série d'essais, réalisée avec succès, avait comme but la culture du *Pleurotus ostreatus* sur déchets, dans des pièces closes mais non obscures, à air humide, dans divers récipients placés sur des étagères, ou bien à l'air libre, en des endroits mi-ombragés. Pour améliorer la récolte, nous avons enrichi la matière basale de différentes céréales ou graines de plantes adventices, de son, de froment ou de riz, de solutions de sels à contenu de N, K et P. Les résultats nous ont convaincus que la culture de notre champignon est la plus rentable, même si nous utilisons des déchets comme matière de base.

Conclusion.

L'auteur espère avoir attiré l'attention des mycologues français sur les possibilités offertes par la culture industrielle des champignons sylvestres.

Le volume des *Pleurotus ostreatus* récoltés a doublé en 1969 et les résultats très satisfaisants, obtenus grâce à une température favorable, me permettent de croire que le nombre des cultivateurs va encore augmenter.

La nouvellement introduite culture industrialisée du *Pleurotus Eryngii* a, également, montré des perspectives encourageantes cette année. Le prix de revient de cette sorte de champignon de qualité supérieure, bien que relativement lente à fructifier, est environ la moitié de celui du champignon de couche. La culture se fait sur un substrat stérile consistant en semoule de rafles de maïs. Notons, aussi, que celle du *Pleurotus ostreatus* tend à se répandre sur ce même substrat de préférence aux billes de bois.

(Section de Mycologie et de la Protection du Bois, auprès de l'Association Nationale Forestière de Hongrie, Budapest.)

Source : MNHN, Paris

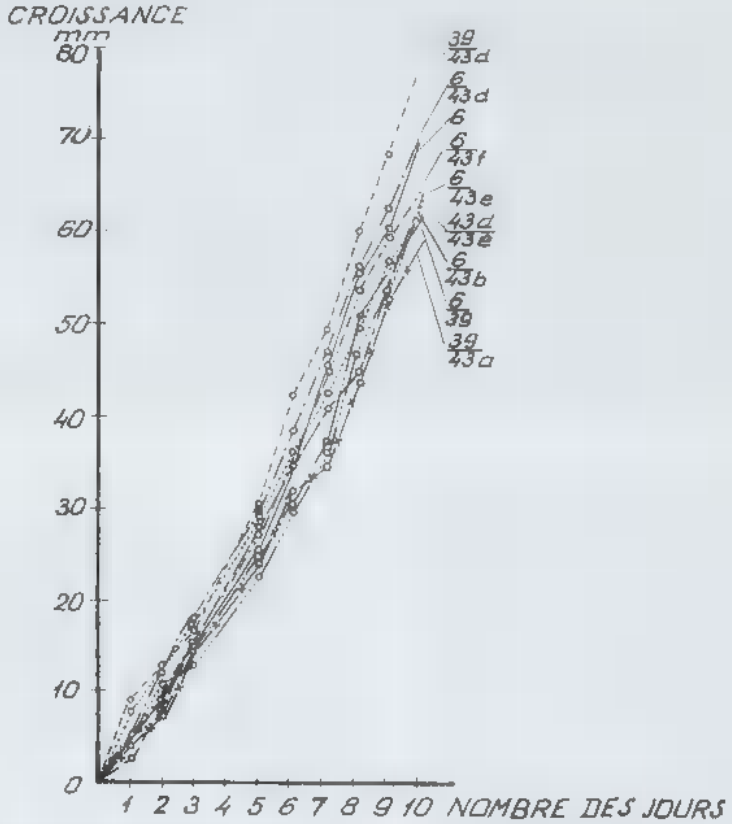


Fig. 5. — Croissance des souches forcées du *Pleurotus ostreatus* à 22,5° C, comparées avec le n° 6. Les meilleurs résultats ont été obtenus par le croisement des numéros 39 et 43.

Source : MNHN, Paris

Légendes.

Planche III (I).

1. Dégagement de la tranchée des billots pénétrés par les mycéliums.
2. Placement des billots inoculés dans un jardin fruitier.
3. Culture industrielle du *Pleurotus ostreatus* dans une vallée à air vaporeux.
4. Inoculation de l'*Agrocybe aegerita* sur de gros billots de peuplier, disposés à l'air libre.

Planche IV (II).

5. Récolte de *Pholiota mutabilis* sur un billot de chêne, 2e année (la 1re année, le chêne ne porte pas de récolte).
6. Récolte du *Pleurotus ostreatus* sur un billot inoculé, 1re année.
7. Culture du *Pleurotus ostreatus* dans des bocaux de 5 litres, sur bases de rafles de maïs, de novembre à mars.
8. Larve du moucheron qui endommage le *Pleurotus ostreatus*, quand il ronge les lamelles du chapeau.
9. Récolte du *Pleurotus ostreatus* sur un billot de chêne, 2e année.
10. Culture du *Pleurotus ostreatus* à l'air libre, sans bois, sur des déchets mixtes.

Source : MNHN, Paris

4

3

2

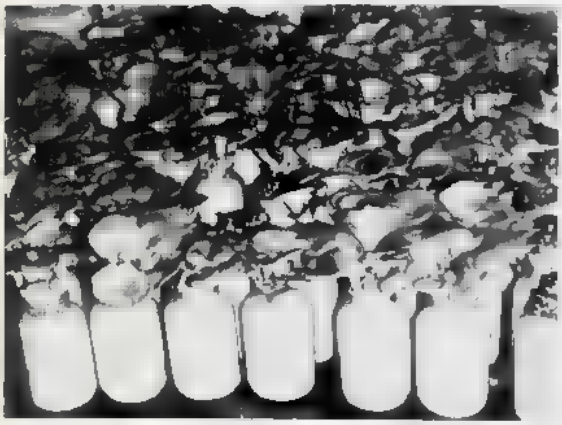
1

Culture industrielle des Champignons lignicoles

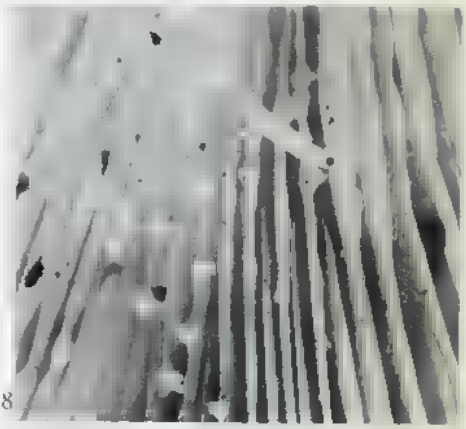
Source : MNHN, Paris

5

6



7



8

9

10

Culture industrielle des Champignons lignicoles

Source : MNHN, Paris

Morphologie ultrastructurale et critères taxinomiques chez les Deutéromycètes [1]

II. L'appareil sporifère chez *Dendryphiella vinosa* (Berk. et Curt.) Reisinger [2]

Par O. REISINGER (Nancy).

(Pl. hors-texte V [I] à X [VI].)

■

RÉSUMÉ.

Les différents composants de la paroi et l'ultrastructure cytoplasmique des sporophores chez *D. vinosa* sont décrits. La repousse du conidiophore est étudiée et la présence d'hyphes internes de régénération est démontrée.

I. Matériel et méthodes.

La préparation des échantillons pour le Microscope Electronique (M.E.), la technique utilisée dans les études optiques ainsi que l'origine du matériel fongique ont été décrites dans un article précédent (REISINGER et GUEDENET, 1968).

II. Résultats et discussions.

A. MYCÉLIUM AÉRIEN :

Par des observations optiques (REISINGER, 1968) nous avons appris qu'une partie des conidiophores prenait naissance aux dépens d'hyphes aériennes. L'étude ultrastructurale de cet élément nous a révélé, chez *D. vinosa*, des images semblables

(1) Nous exprimons nos plus vifs remerciements au Professeur F. MANGENOT, à Mme J. NICOT, et au Dr R. MARCHANT pour les précieux conseils qu'ils nous ont prodigués, ainsi que pour la critique du manuscrit.

(2) REISINGER (O.) et GUEDENET (J. C.), 1968. — Morphologie ultrastructurale et critères taxinomiques chez les Deutéromycètes. I. Les parois sporales chez *Dendryphiella vinosa* (Berk. et Curt.) Reisinger. *Bull. Soc. mycol. Fr.*, 84, p. 19-26.

Source : MNHN, Paris

à celles présentées par de nombreux auteurs dans d'autres groupes de champignons. Les synthèses bibliographiques de HAWKER (1965), de MOORE (1965), d'ARONSON (1965) et de BRACKER (1967) résument nos connaissances de la structure hyphale.

Dans nos échantillons nous avons retrouvé les deux couches caractéristiques de la paroi. Une externe (A), qui peut partir en lambeaux comme chez *Neurospora crassa* (SHATKIN et TATUM, 1959) ou rester appliquée contre la couche interne (B) comme chez l'*Helminthosporium victoriae* (WERNER et LINDBERG, 1966). La couche A dérive probablement de la couche sous-jacente B. Cette dernière est d'épaisseur variable, transparente aux électrons, et elle est à l'origine des cloisons.

B. CONIDIOPHORE :

Cet élément, selon la conception classique, est une hyphe modifiée. Son ultrastructure dans certains groupes de champignons (Mucédinées à phialides) est actuellement bien connue (TANAKA et YANAGITA, 1963; HASHIOKA et coll., 1966; ZACHARIACH et FITZ-JAMES, 1967; TRINCI et coll., 1968).

Quant aux conidiophores des Dématiées, à notre connaissance une seule étude ultrastructurale a été publiée (STAFF, 1967). CAMPBELL (1968) donne également quelques images du conidiophore d'*Alternaria brassicicola*.

L'utilisation du M.E. Stéréoscan a apporté des données intéressantes sur la forme de la cicatrice (GREENHALGH, 1967) chez les Xylariacées. Les formes conidiennes de ces Ascomycètes occupent une position systématique très discutée.

Paroi :

La paroi des conidiophores, comme celle des hyphes, chez *D. vinosa* est composée de deux parties distinctes :

A — Couche externe, opaque aux électrons, réduite à une mince lame et ne présentant pas une structure bien distincte sur nos photographies. Elle est plus ou moins appliquée contre la couche sous-jacente (B) (Pl. I [V], photos 1 et 2; Pl. V [IX], photo 2) ou s'en écarte nettement (Pl. I [V], photo 3), et alors une zone contenant des granulations (ZM) peut se former entre les deux. La couche A est absente à la base des jeunes repousses (Pl. I [V], photo 4; Pl. V [IX], photo 3).

Source : MNHN, Paris

B — Couche fondamentale présentant deux zones différemment opaques aux électrons, dont l'importance relative varie en fonction de l'âge :

Zone B_2 — Partie âgée, très opaque aux électrons et à structure masquée, ou paraissant quelquefois striée (Pl. II [VI], photo 3).

Zone B_1 — Partie jeune à structure plus ou moins striée suivant la coupe (Pl. I [V], photos 1 et 2; Pl. II [VI], photo 3; Pl. V [IX], photo 1).

Quand le conidiophore avance en âge, la zone B_2 devient plus importante et peut remplacer complètement la zone B_1 (Pl. IV [VIII], photo 6). Ces observations montrent clairement que l'existence de la zone B_1 ne représente qu'une séquence dans l'ontogénie de la paroi et, pour cette raison, il nous parait superflu de la désigner comme une couche différente. Nous pensons que la composition chimique de ces deux zones n'est pas la même, et il est aussi possible qu'une technique telle que le cryodécapage puisse y révéler deux structures différentes. Malgré cela nous préférons garder une opinion semblable à celle de Frey-Wyssling et coll. (1963) qui trouvent inutile de désigner par un nom spécial le stade juvénile d'une organelle cytoplasmique (sphérosomes).

Membrane cytoplasmique :

Couche limitante externe du protoplasme dont la nature tripartite est peu visible sur les photographies présentées (fixation osmique). Elle est d'allure variable; elle peut être étroitement appliquée contre B, s'en écarter ou présenter des sinuosités et des invaginations fréquentes.

Une membrane cytoplasmique appliquée contre la paroi (Pl. I [V], photos 1 et 2; Pl. III [VII], photo 1; Pl. V [IX], photo 3) correspond à l'image classique que l'on donne de cet élément. Selon notre hypothèse « l'écartement » (Pl. V [IX], photo 2) pourrait représenter un état physiologique particulier de la cellule fongique. Quant aux « invaginations », elles seraient peut-être en liaison avec la formation de la paroi. En effet, sur certaines images, elles sont remplies du matériau composant la couche sous-jacente (B_1) (Pl. IV [VIII], photos 1, 2 et 6). Sassen et coll. (1967) ont vu des structures analogues chez les conidies de *Penicillium megasporum*. Ces auteurs ont également utilisé la

Source : MNHN, Paris

technique « freeze-etching replicas », ce qui permet d'éliminer définitivement l'hypothèse des artéfacts de fixation.

Formation des cloisons :

La cloison se forme, comme dans les hyphes, par l'invagination de la couche B. Au cours de son évolution une zone de clivage (ZC) apparaît séparant les deux cellules du conidiophore. La cavité intercellulaire semble être absente et elle est remplacée par une partie mélanisée, adjacente à la paroi (Pl. IV [VIII], photo 6). La continuité cytoplasmique est assurée par l'intermédiaire d'un canal de jonction visible au microscope optique (Reisinger, 1968). En face de l'ouverture, dans chacune des cellules, il existe un ou plusieurs corps opaques aux électrons (corps de Woronin : CW, Pl. IV [VIII], photo 6).

La cloison du conidiophore, au stade le plus évolué, présente donc trois couches différentes : B', ZC, B', et elle est plus ou moins mélanisée suivant l'âge. C'est à son niveau que la structure striée de la couche B apparaît le plus clairement.

Brenner et Carroll (1968) ont étudié récemment, en détail, la formation des cloisons et des corps de Woronin chez *Ascodesmis sphaerospora,* et ont montré le rôle du réticulum endoplasmique dans ces phénomènes.

Le contenu cytoplasmique :

Le contenu granulaire, le plus important de l'hyaloplasme, est constitué par les ribosomes (RI). Ce sont des corpuscules libres de 130-160 Å de diamètre, et leur densité varie suivant les coupes ou suivant les différentes parties d'une même cellule. La fixation osmique permet la bonne conservation de ces éléments.

Dans certaines coupes les ribosomes sont en nombre plus faible, et un autre constituant granulaire prédomine. Ces dernières granulations se réunissent en rosettes à l'intérieur de plages plus ou moins définies (Pl. III [VII], photo 2). L'allure particulière de ces éléments nous incite à les considérer comme étant du glycogène (G). Ce type de réserve, bien connu chez les champignons (Bracker, 1967, Schrantz, 1968) présente, après fixation osmique, une affinité pour les sels de plomb ce qui permet de les caractériser sur coupe ultra-fine (Reynolds, 1963, Revel et coll., 1960).

Source : MNHN, Paris

Un second type de réserve, fréquent dans les hyphes, mais peu abondant dans les conidiophores, est constitué par les lipides (LI) (Pl. II [VI], photo 2; Pl. III [VII], photo 2; Pl. IV [VIII], photo 1). Le tétroxyde d'osmium ne semble pas « fixer » ces éléments qui se dissolvent au cours du traitement des échantillons. Leur emplacement se révèle ainsi, sur les photographies, comme des aires claires entourées d'une ligne sombre. Le fait que cette ligne soit simple, même après fixation au Permanganate, montre — qu'en réalité — elle ne représente pas une véritable membrane. Elle est probablement le résultat d'une interaction entre lipide et tétroxyde d'osmium. STARK (in MAGNAN, 1961) montre que les lipides saturés peuvent dissoudre l'oxyde d'osmium, et un traitement par l'alcool le précipite sous forme de sous-oxyde ou sous forme métallique sombre. Ainsi la ligne entourant les aires claires, d'importance variable, pourrait correspondre à une telle réaction, existant à la périphérie des globules lipidiques, en raison d'un temps de fixation trop court de manière à préserver les autres structures.

Les mitochondries :

Les mitochondries de *D. vinosa* sont du type lamellaire. Leur population, comme chez d'autres cellules (BRACKER, 1967), varie en fonction de l'activité cytoplasmique. Dans les conidiophores les formes arrondies à nombreuses crêtes dominent (Pl. III [VII], photo 1; Pl. IV [VIII], photo 1).

Le noyau :

Le noyau de *D. vinosa* correspond à l'image classique de cet élément chez les cellules eucaryotes. Il est entouré d'une double membrane (MN) perforée, et l'écartement entre les deux membranes unitaires paraît être variable (Pl. IV [VIII], photos 1 et 2; Pl. V [IX], photo 3). Sa liaison avec l'ergastoplasme est plus ou moins nette (Pl. IV [VIII], photo 1). Le nucléoplasme est granuleux et des aires claires (contenant de la chromatine), connues chez d'autres champignons, peuvent être mises en évidence par la fixation osmique suivie d'imprégnation à l'acétate d'uranyle.

Le nombre des perforations de la membrane nucléaire, selon certains auteurs, augmenterait avec l'âge. Cette hypothèse ne se vérifie pas dans nos échantillons.

Source : MNHN, Paris

Système membranaire intracytoplasmique :

Cet ensemble paraît être extrêmement pauvre dans tous les échantillons examinés. Pratiquement, il se réduit à quelques fragments de réticulum endoplasmique (RE) qui est du type agranulaire ou granulaire (Pl. II [VI], photo 2; Pl. IV [VIII], photos 1 et 2).

Vacuoles :

Le tonoplaste (T), limitant périphérique des vacuoles (V), semble différent de la membrane cytoplasmique. Ceci laisse à penser que ces éléments ne sont pas d'origine golgienne. Dans certains cas, elles remplissent la plus grande partie de la cellule (Pl. I [V], photos 3 et 4); dans d'autres, elles sont très réduites (Pl. III [VII], photo 2). Sur la première photographie de la planche III [VII] on peut noter la présence d'un système membranaire rappelant le tonoplaste. Une étape intermédiaire vers de véritables vacuoles est présentée sur la photo 1 de la planche V [IX]. Cette série n'est sûrement pas une série d'ontogénie; mais elle représente plutôt les différents aspects du système vacuolaire. Malheureusement nos connaissances sur le fonctionnement des vacuoles fongiques sont très réduites, ce qui rend aléatoire tout essai d'interprétation. De plus, il n'existe aucune image ultrastructurale des « bulles gazeuses » (Ingold, 1956) et leurs relations avec les vacuoles ne sont pas connues. Ces « bulles gazeuses » permettent, chez certaines espèces, une dispersion active des spores (Meredith, 1963; Ingold, 1967). Nous avons entrepris leur étude au M.E. mais les résultats jusqu'ici obtenus ne permettent pas de conclusions définitives.

Organelles non identifiées :

Ce sont de petits corps (L) multivésiculaires, entourés d'une membrane (Pl. III [VII], photo 1; Pl. II [VI], photo 1).

Leur morphologie est semblable à celle des lomasomes de *Pythium debaryanum* (Manocha et Colvin, 1968) qui, formés dans le cytoplasme, migrent ensuite vers les parois. Les « multivesicular bodies » de fonctionnement analogue (Marchant et Robards, 1968) rappellent également ces structures, d'autant plus que certaines semblent perdre leur paroi au contact du plasmalemme (Pl. III [VII], photo 1, corps L'). Malheureusement, il nous est impossible de les considérer comme faisant partie de l'ontogénie des lomasomes, puisque ces der-

Source : MNHN, Paris

niers font défaut à ce stade mais peuvent exister dans les jeunes conidiophores. Le corps pariétal (CP) (Pl. V [IX], photo 1) représente par sa structure membranaire plutôt un « plasmalemmasome » qu'un véritable lomasome, dans le sens de MARCHANT et ROBARDS (1968). Selon MARCHANT (comm. pers.) ces organelles non identifiées seraient également des plasmalemmasomes.

Nous notons encore que MESQUITA (1968) a décrit des corps analogues dans les racines d'*Allium cepa* traitées par le phényluréthane.

C. LA REPOUSSE DU CONIDIOPHORE :

La repousse du conidiophore apparaît sur le nœud fertile, au sommet du conidiophore et d'une manière imprévisible. La rupture de la couche mélanisée est très rapide et il n'existe aucun moyen pour situer son emplacement après l'inclusion du matériel. Ainsi la probabilité qu'une coupe passe à son niveau, au moment de la rupture, devient pratiquement nulle. Pour cette raison nous présentons ici des photographies de coupes effectuées à différents niveaux en dessous d'une repousse âgée. Cette série, cependant, pour des considérations théoriques, peut être acceptée comme représentant l'ontogénie de ce point de la paroi. Les altérations structurales de cette dernière, chez la Levure, sont liées à une activité particulière du réticulum endoplasmique (MOOR, 1967). Nos coupes ne présentent aucune structure cytoplasmique responsable de la formation de la repousse. Même si des organelles étaient liées au début de l'événement, celles-ci ont disparu au moment où nous l'avons étudié. La contradiction apparente, entre nos images et celles indiquant l'intervention du cytoplasme dans la modification de la structure de la paroi (MARCHANT et coll., 1967; MARCHANT et SMITH, 1968; MOOR, *loc. cit.*), peut être ainsi expliquée.

La photographie 5 de la planche IV [VIII] représente la repousse (R), telle qu'on la voit en M.O.

La paroi du conidiophore, au M.E., contient les différentes couches définies plus haut (Pl. I [V], photo 1). Au point proche de la rupture (Pl. I [V], photo 2) on peut noter un profond changement dans la structure de la zone B_2, qui devient mucilagineuse. On conçoit alors facilement qu'après la rupture de A (Pl. I [V], photo 4) cette partie (ZM) soit dispersée entre la

Source : MNHN, Paris

couche A du conidiophore et la paroi de la repousse. Cette dernière reste en continuité avec la zone B_1 du conidiophore. Ainsi la repousse dégagée de la gaine (A du conidiophore) sera privée de la couche A pendant un certain temps (Pl. V [IX], photo 3).

D. Régénération du conidiophore :

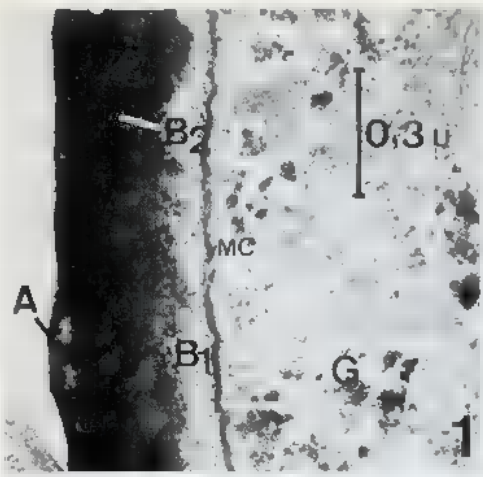
Au cours de l'étude taxinomique de *D. vinosa* (Reisinger, 1968) nous avons pu observer la présence de longs filaments au sommet des conidiophores. Ces filaments apparaissent comme des repousses et, après avoir émergé de la paroi du conidiophore, gardent les caractères microscopiques des hyphes aériennes. Généralement ils prennent naissance en position subterminale sur des sporophores âgés et ils se prolongent à l'intérieur de ceux-ci (Pl. VI [X], photo 2). L'hypothèse de mycoparasitisme, après vérifications, a été rejetée; ce qui nous a permis d'admettre la présence de « proliférations internes » dans l'appareil sporifère de *D. vinosa*.

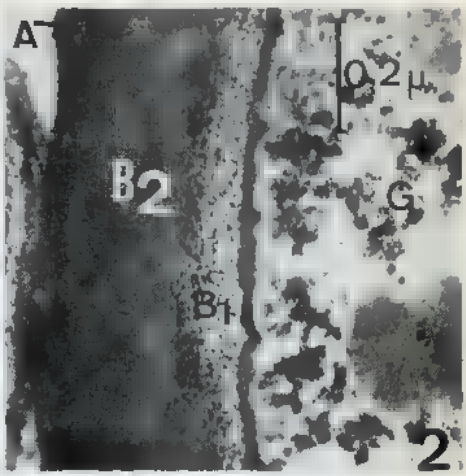
L'hyphe intrahyphale, de structure analogue, est connue dans les filaments végétatifs depuis longtemps comme le résultat d'une régénération cellulaire (Buller, 1933). Miller et Anderson (1961) l'ont étudiée chez *Aspergillus niger*, Chan et Stephen (1967) dans le genre *Linderina*. Lowry et Sussman (1966) ont montré sa présence, au M.E., chez le mutant « clock » de *Neurospora*. Ces auteurs ont présenté, également, une révision des travaux antérieurs.

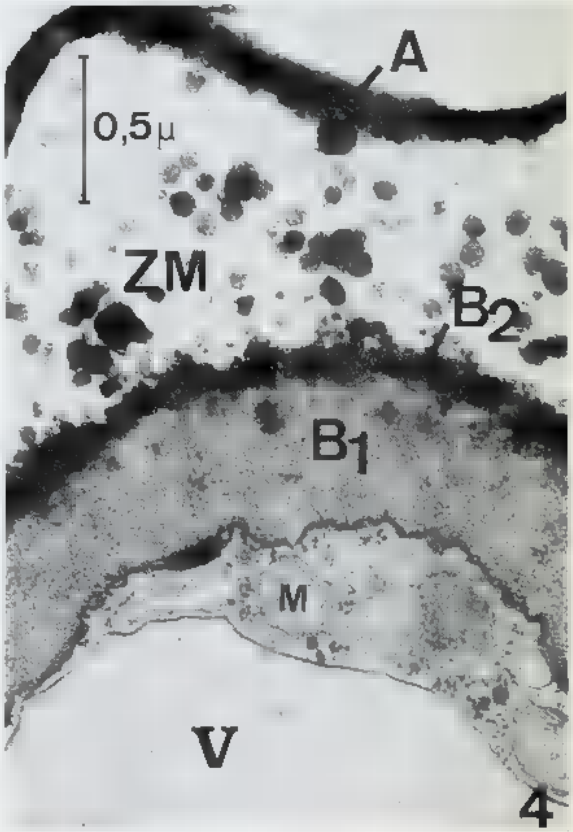
Chez *Sclerotinia fructigena* (Calonge, 1968), l'hyphe intrahyphale prend naissance à partir d'une zone bien définie. Entre le plasmalemme et la paroi s'élabore une nouvelle couche qui entoure l'apex néoformé de l'hyphe interne.

Quant à la présence de telles structures dans l'appareil sporifère, à notre connaissance aucune étude ultrastructurale n'a été effectuée. Ellis (1966) représente après observation au M. O. une hyphe interne dans le conidiophore de *Cochliobolus intermedius* (= *Curvularia intermedia*). Nous avons obtenu des images semblables chez un grand nombre de Dématiées. Chez *D. vinosa* — à cause de la couleur foncée des conidiophores — l'hyphe interne est très rarement visible en lumière transmise (Pl. VI [X], photo 2).

Source : MNHN, Paris

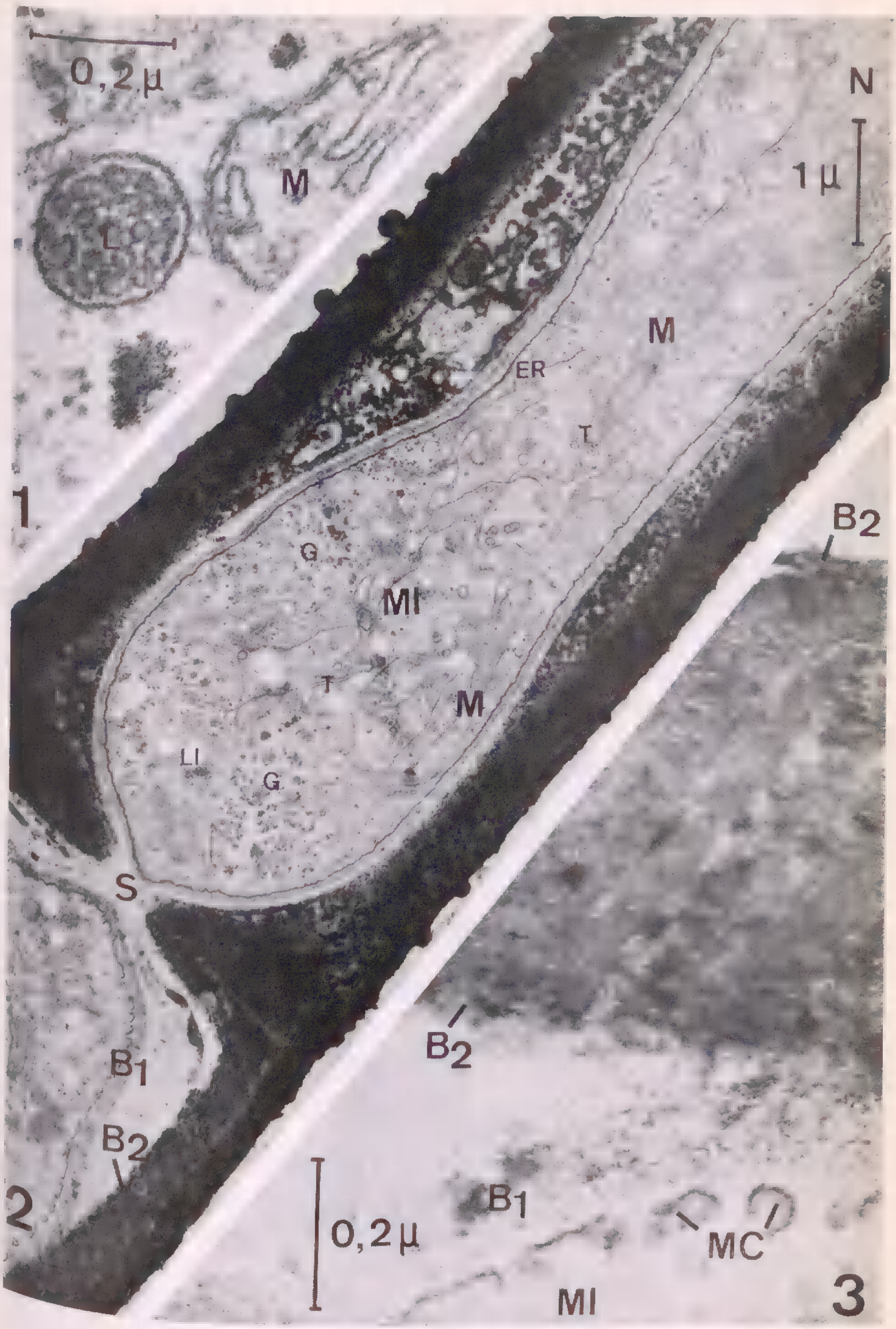






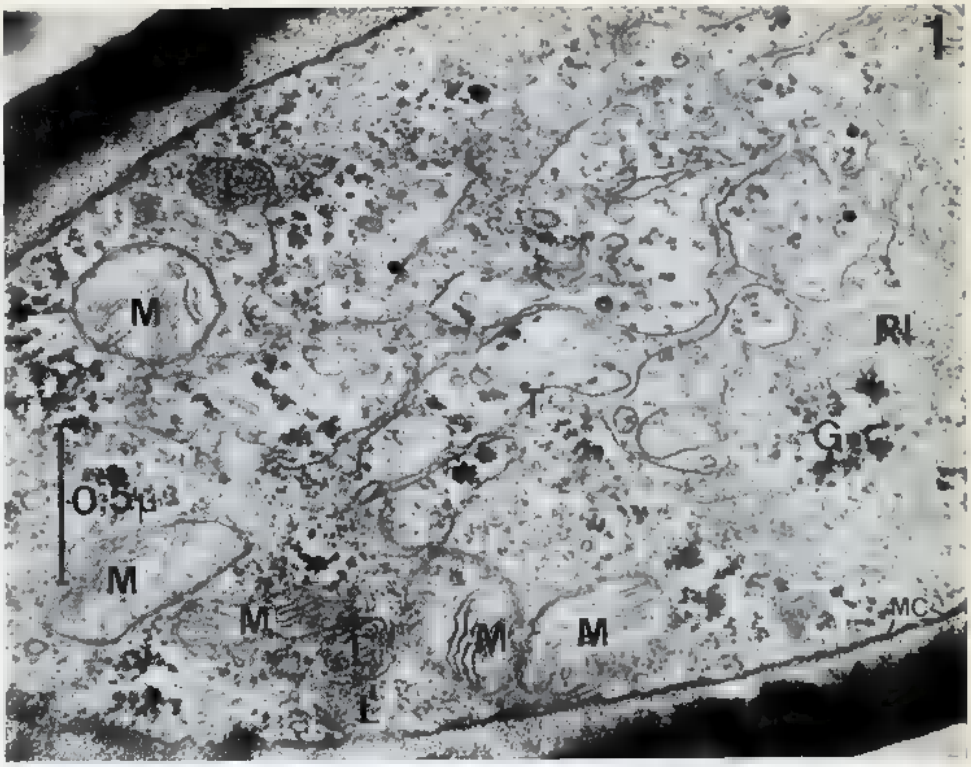
Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

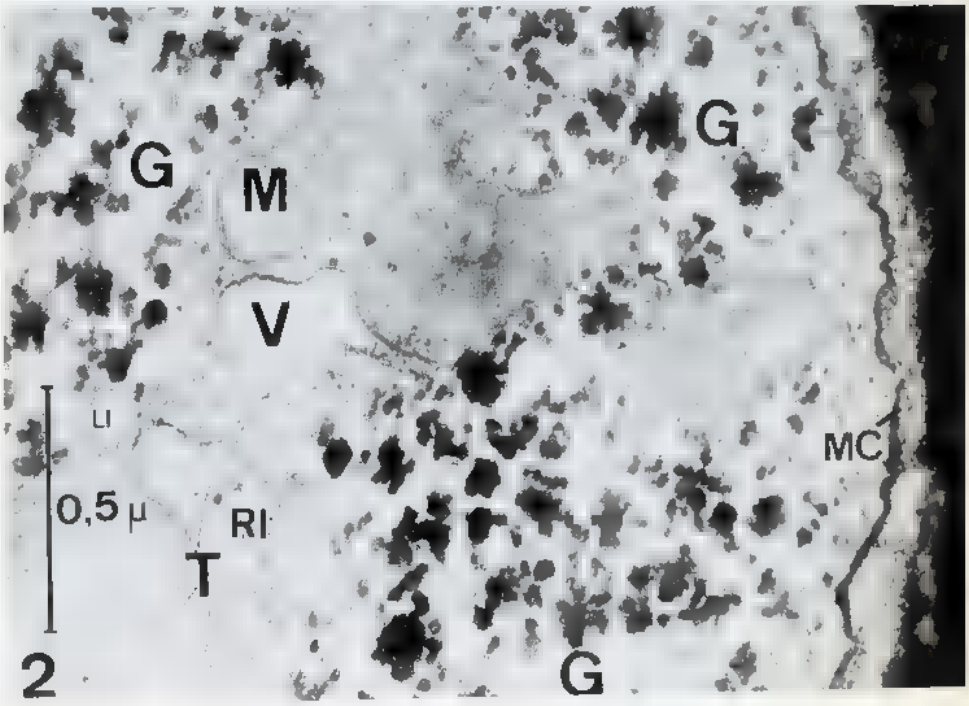
Source : MNHN, Paris



Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

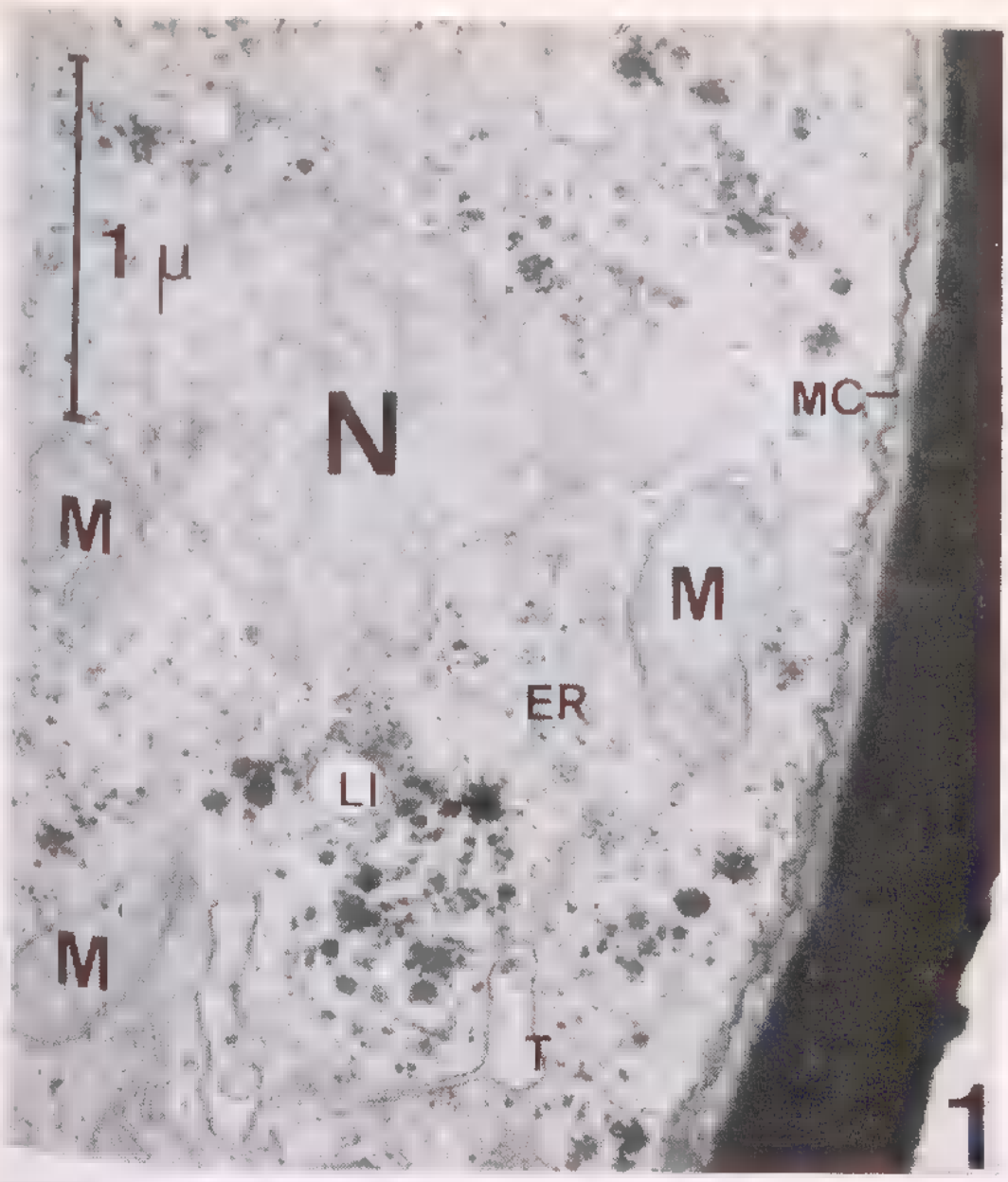
BIBL. DU MUSEUM D'HIST.

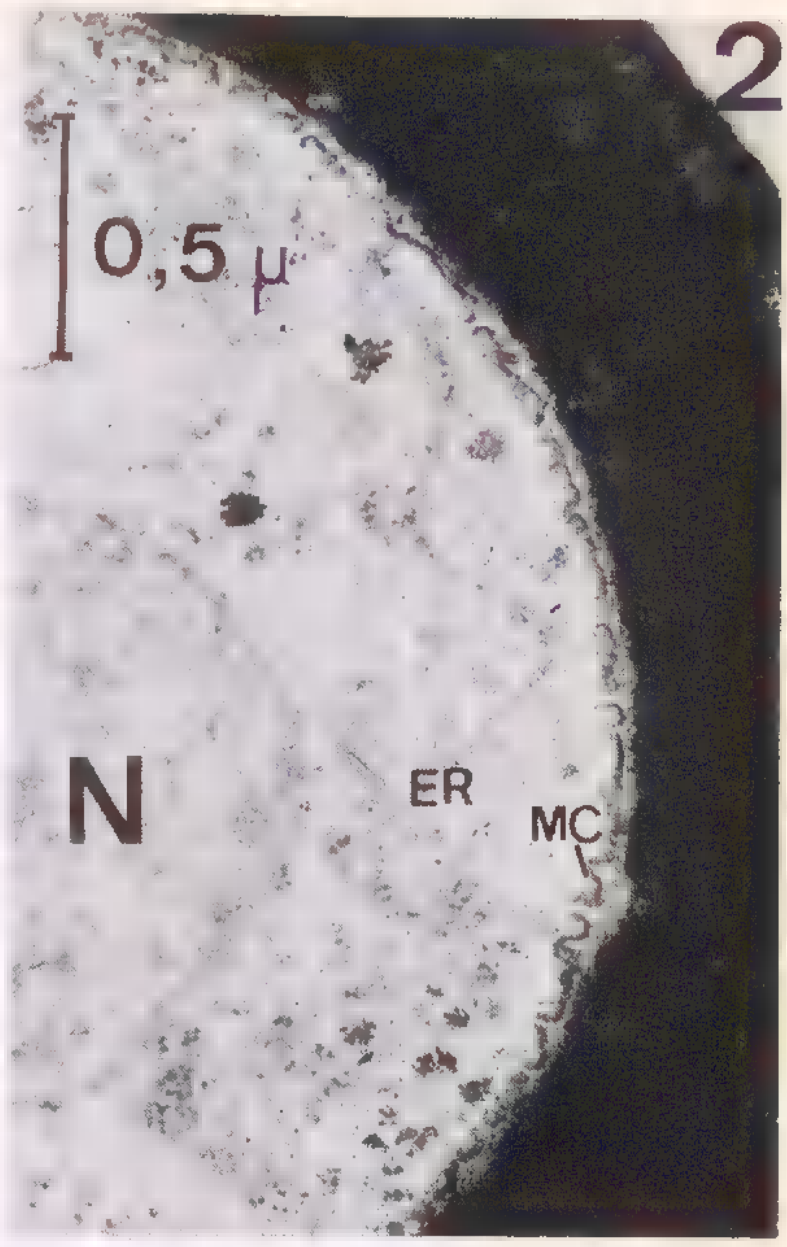


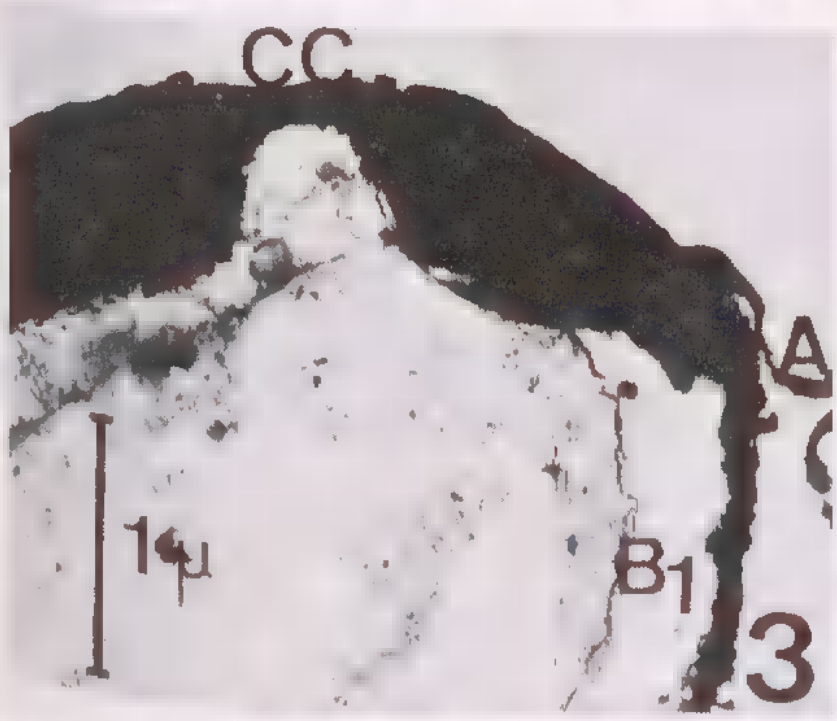


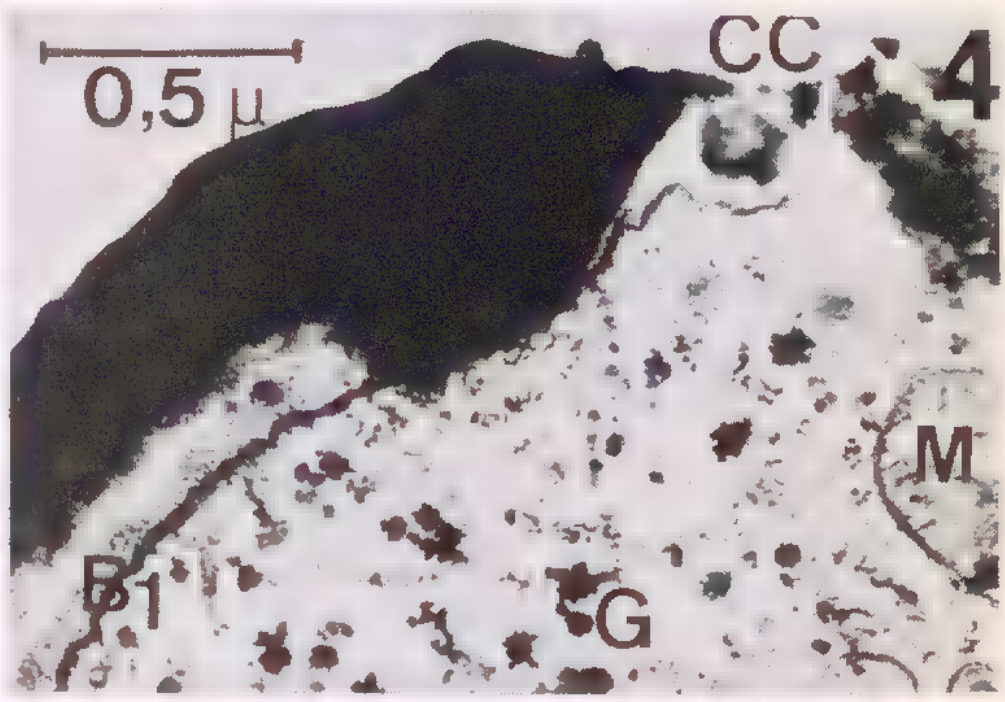
Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

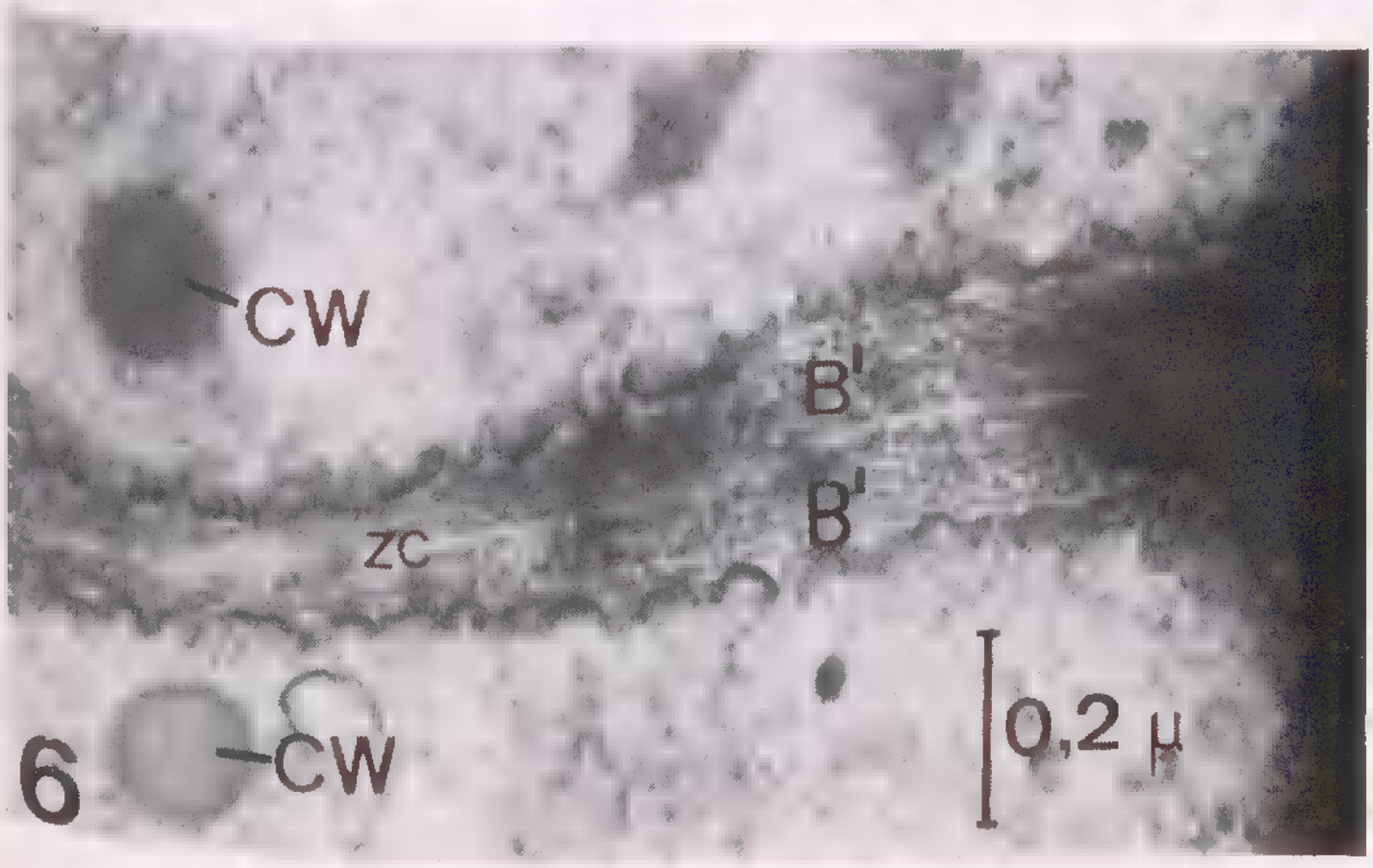
Source : MNHN, Paris

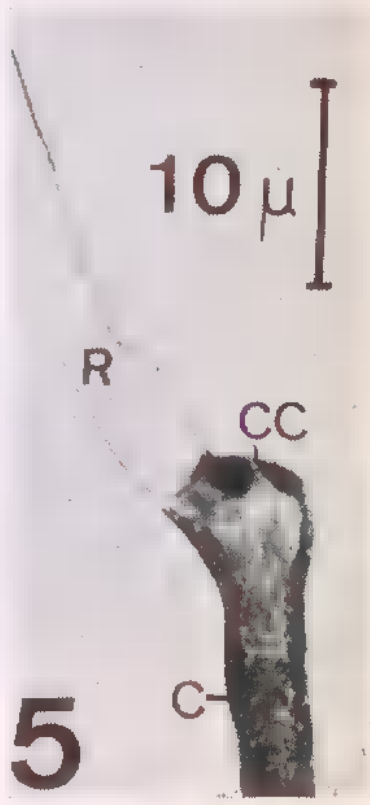






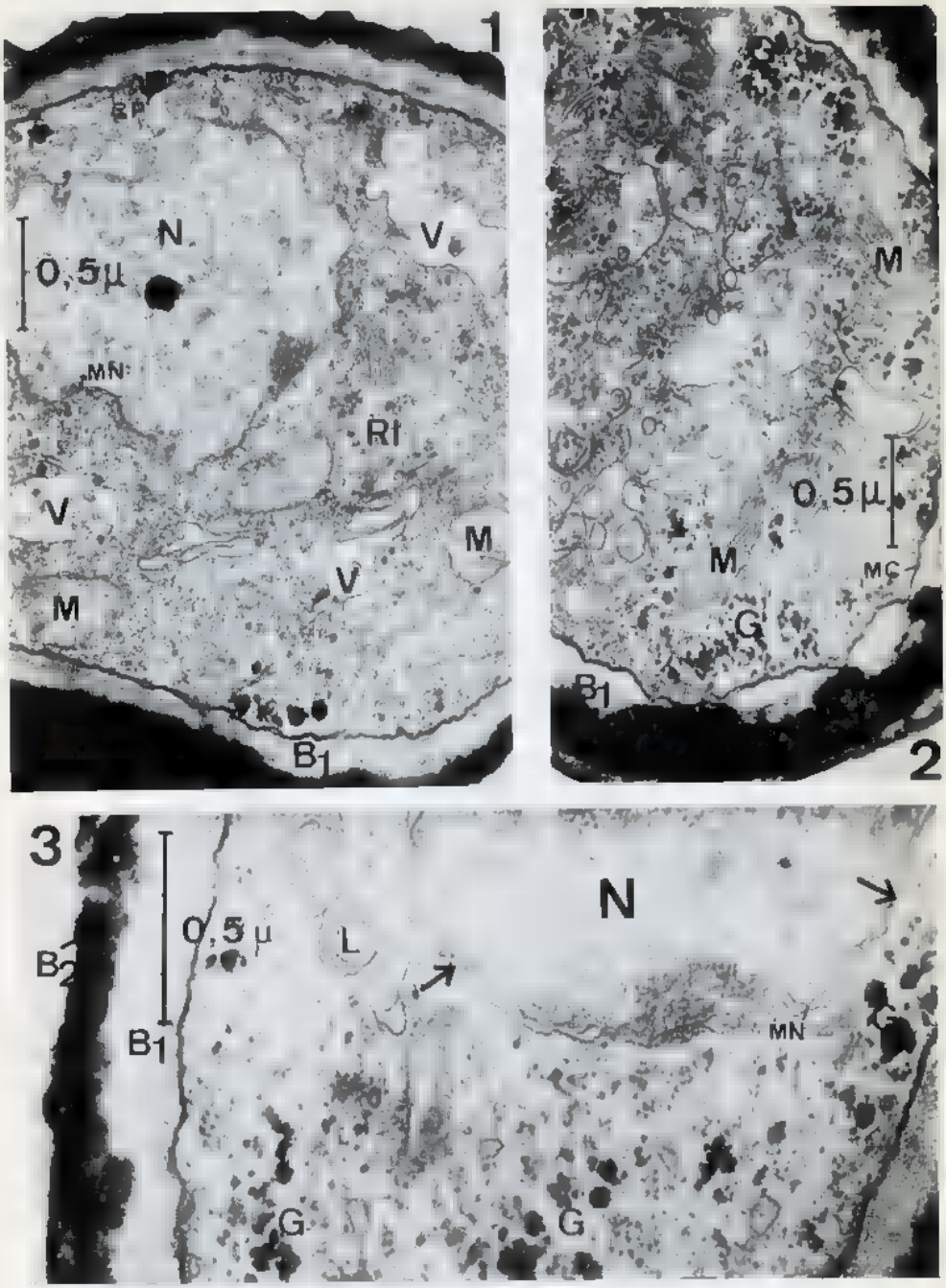






Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

BIBL. DU MUSEUM



Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

Source : MNHN, Paris

Appareil sporifère du Dendryphiella vinosa

Source : MNHN, Paris

Au M.E., dans le cas le plus caractéristique (MI), elle chemine dans la cellule apicale (Pl. VI [X], photo 1). Elle prend naissance sous la cloison subterminale (Pl. II [VI], photo 2) et présente les caractères structuraux des hyphes jeunes : mitochondries allongées et paroi non mélanisée (Pl. II [VI], photo 2). Chez *D. vinosa* il s'agit donc d'une dédifférenciation de la fonction conidiophore, par l'apparition d'hyphe interne de régénération. Il faut distinguer ce phénomène de la « régénération par repousse », étudiée plus haut, car celle-ci n'intéresse que la paroi et sa durée est limitée dans le temps. Par contre l'apparition de l'hyphe interne est un rajeunissement qui aboutit dans la plupart des cas à la formation de longs filaments se dégageant au sommet des conidiophores. Au M.E. la structure de ces filaments a les mêmes caractéristiques que l'hyphe aérienne des colonies.

Une série d'images intermédiaires entre repousse et hyphe interne a été également obtenue. Ainsi dans les deux chapitres précédents nous n'avons étudié que les deux extrêmes caractéristiques. Nous signalons que des images de certaines repousses, au niveau de la partie âgée du conidiophore, sont identiques à celles des hyphes internes et, dans ce cas, on peut observer à l'intérieur du conidiophore une superposition des parois.

E. La cicatrice conidienne :

D. vinosa fait partie des champignons à porospores. Chez cette espèce deux modes différents de sporogenèse peuvent aboutir à des cicatrices caractéristiques (Reisinger, 1968).

En coupe optique les cicatrices sont identiques à l'image présentée par la photographie 5 de la planche IV [VIII] (CC). Au M.E. l'allure du point d'insertion est variable suivant le sens de la coupe.

Il apparaît clairement, dans tous les cas, que l'anneau noir entourant le pore résulte du noircissement complet de la couche B (Pl. IV [VIII], photos 3 et 4). A l'intérieur de cet anneau, dense aux électrons, existe une couche correspondant à la partie centrale et hyaline (au M.O.) du pore. Sa structure et son degré de mélanisation laissent supposer qu'elle est différente de la zone B, des conidiophores (Pl. IV [VIII], photo 4).

Chez les Porosporés, dont les conidies tombent très facilement, le mécanisme de sporogenèse doit être déduit d'une étude

Source : MNHN, Paris

comparée des structures du hile et de la cicatrice conidienne. Cette étude — ainsi que les schémas généraux — feront l'objet d'un prochain travail.

BIBLIOGRAPHIE

ARONSON (J. M.), 1965. — The cell wall, *in* The Fungi I, p. 49-76, Ainsworth & Sussman Eds. Academic Press, New York.

BRACKER (C. E.), 1967. — Ultrastructure of fungi. *Ann. Rev. Phytopathology*, 5, p. 343-374.

BRENNER (M. D.) & CARROLL (G. C.), 1968. — Fine structural correlates of growth in hyphae of *Ascodesmis sphaerospora*. *J. Bact.*, 95, p. 658-671.

BULLER (A. H. R.), 1933. — Researches on fungi. Vol. V, Longmans, Green & Co., 416 p.

CALONGE (F. D.), 1968. — Origin and development of intra-hyphal hyphae in *Sclerotinia fructigena*. *Mycologia*, 60, 4, p. 932-942.

CAMPBELL (R.), 1968. — An Electron Microscope study of spore structure and development in *Alternaria brassicicola*. *J. gen. Microbiol.*, 54, p. 381-392.

CHAN (C.) & STEPHEN (R. C.), 1967. — Intrahyphal hyphae in the genus *Linderina*. *Can. J. Bot.*, 45, p. 1995-1998.

ELLIS (M. B.), 1966. — Dematiaceous Hyphomycetes VII : *Curvularia*, *Brachysporium*, etc... *Mycol. Pap. Kew*, n° 106, 57 p.

FREY-WYSSLING (A.), GREIIABER (A. E.) & MUHLETHALER (K.), 1963. — Origin of spherosomes in plant cells. *J. Ultrastruct. Res.*, 8, p. 506-516.

GREENHALGH (G. N.), 1967. — A note on the conidial scar in the Xylariaceae. *New Phytologist*, 66, p. 65-66.

HASHIOKA (Y.), HORINO (O.) & KAMEI (T.), 1966. — Electronmicrographs of *Trichoderma* and *Pachybasium*. *Rep. Tottori Myc. Inst.*, 5, p. 18-24.

HAWKER (L. E.), 1965. — Fine structure of fungi as revealed by electron microscopy. *Biol. Rev.*, 40, p. 52-92.

INGOLD (C. T.), 1956. — A gas phase in viable fungus spores. *Nature Lond.*, 177, p. 1242-1243.

INGOLD (C. T.), 1967. — Liberation mechanisms of fungi, *in* « Airborne microbes ». *7th. Symp. Soc. gen. Microbiol.* London, p. 102-115.

LOWRY (R. J.) & SUSSMAN (A. S.), 1966. — Intrahyphal-hyphae in « clock » mutants of *Neurospora*. *Mycologia*, 43, p. 541-548.

MAGNAN (C.), 1961. — Traité de Microscopie Electronique. Tome II, Hermann, Paris, 1301 p.

MANOCHA (M. S.) & COLVIN (J. R.), 1968. — Structure of the cell wall of *Pythium debaryanum*. *J. Bact.*, 95, p. 1140-1152.

Source : MNHN, Paris

MARCHANT (R.), PEAT (A.) & BANBURY (G. H.), 1967. — The ultrastructural basis of hyphal growth. *New Phytol.*, 66, p. 623-629.

MARCHANT (R.) & ROBARDS (A. W.), 1968. — Membrane systems associated with the plasmalemma of plant cells. *Ann. Bot.*, 32, p. 457-471.

MARCHANT (R.) & SMITH (D. G.), 1968. — Bud formation in *Saccharomyces cerevisiae* and a comparison with the mechanism of cell division in other Yeasts. *J. gen. Microbiol.*, 53, p. 163-169.

MEREDITH (D. S.), 1963. — Violent spore release in some fungi imperfecti. *Ann. Bot. N. S.*, 27, p. 39-47.

MESQUITA (J. F.), 1968. — Sur les modifications ultrastructurales produites par le phényl-uréthane dans les cellules méristématiques des racines d'*Allium cepa L. C. R. Ac. Sci.*, D., 267, p. 303-305.

MILLER (C. V.) & ANDERSON (N. A.), 1961. — Proliferations of conidiophores and intrahyphal hyphae in *Aspergillus niger*. *Mycologia*, 53, p. 433-436.

MOOR (H.), 1967. — Endoplasmic reticulum as the initiator of bud formation in yeast. *Archiv für Mikrobiologie*, 57, p. 135-146.

MOORE (R. T.), 1965. — The ultrastructure of fungal cells, *in* The Fungi I, p. 95-118, Ainsworth & Sussman Eds. Academic Press, New York.

REISINGER (O.), 1968. — Remarques sur les genres *Dendryphion* et *Dendryphiella*. *Bull. Soc. mycol. Fr.*, 84, p. 27-51.

REISINGER (O.) & GUEDENET (J. C.), 1968. — Morphologie ultrastructurale et critères taxinomiques chez les Deutéromycètes. I. Les parois sporales chez *Dendryphiella vinosa* (Berk. & Curt.) Reisinger. *Bull. Soc. mycol. Fr.*, 84, p. 19-26.

REVEL (J. P.), NAPOLITANO (L.) & FAWCETT (D. W.), 1960. — Identification of glycogene in electron micrographs of thin tissue section. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 8, p. 575-589.

REYNOLDS (E. S.), 1963. — The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *J. Cell. Biol.*, 17, p. 208-212.

SASSEN (M. M. A.), REMSEN (C. C.) & HESS (W. M.), 1967. — Fine structure of *Penicillium megasporum* conidiospores. *Protoplasma*, 64, 1, p. 75-88.

SCHRANTZ (J. P.), 1968. — Ultrastructure et localisation du glycogène chez l'Ascomycète *Galactinia plebeia* Le Gal. *Rev. Cytol. et Biol. vég.*, 31, p. 151-154.

SHATKIN (A. J.) & TATUM (E. L.), 1959. — Electron microscopy of *Neurospora crassa* mycelia. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 6, p. 423-426.

STAFF (I. A.), 1967. — A study of the ultrastructure of a species of *Cladosporium*, *in* Diss. Abstr., 28, 6, 2287B.

Source : MNHN, Paris

TANAKA (K.) & YANAGITA (T.), 1963. — Electron microscopy on ultrathin sections of *Aspergillus niger*. II. Fine structure of conidia-bearing apparatus. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 9, 2, p. 189-203.

TRINCI (A. P. J.), PEAT (A.) & BANBURY (G. H.), 1968. — Fine structure of phialide and conidiospore development in *Aspergillus giganteus*. *Ann. Bot.*, 32, 126, p. 241-251.

WERNER (H. J.) & LINDBERG (G. D.), 1966. — Electron microscope observations of *Helminthosporium victoriae*. *J. Gen. Microbiol.*, 45, p. 123-125.

ZACHARIACH (K.) & FITZ-JAMES (P. C.), 1967. — The structure of phialides in *Penicillium claviforme*. *Can. J. Microbiol.*, 13, p. 249-256.

(Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique, Boulevard des Aiguillettes, Nancy.)

ABRÉVIATIONS.

A — Couche externe de la paroi.
B — Couche interne de la paroi.
B_2 — Zone mélanisée de B.
B_1 — Zone non mélanisée de B.
B' — Couche de la cloison. Elle dérive de B de la paroi.
C — Conidiophore.
CC — Cicatrice conidienne.
CP — Corps pariétal.
CW — Corps de Woronin.
RE — Réticulum endoplasmique.
G — Glycogène.
L — Organelle non identifiée.
L' — L perdant sa paroi au contact de la membrane cytoplasmique.
LI — Lipide ou son emplacement.
M — Mitochondrie.
MC — Membrane cytoplasmique.
MI — Mycélium interne (partie interne de l'hyphe de régénération).
MN — Membrane nucléaire.
R — Repousse du conidiophore.
RI — Ribosomes.
S — Cloison transversale.
SP — Spore.
T — Tonoplaste.
V — Vacuole.
ZC — Zone de clivage des cloisons.
ZM — Zone mucilagineuse.

Source : MNHN, Paris

Légendes.

Planche I

1. — Paroi du conidiophore.
2. — Altération structurale de B_2 dans une zone proche de la repousse.
3. — Jeune conidiophore avec une grande vacuole centrale.
4. — Coupe transversale au niveau d'une repousse. La couche A du conidiophore forme une gaine autour de la repousse. La zone B_2 du conidiophore est en partie dispersée dans une zone mucilagineuse (ZM).

Planche II

1. — Organelle non identifiée (L), mitochondrie (M).
2. — Partie interne du mycélium de régénération (MI).
3. — Décollement de la couche B_1 au niveau de la formation de l'hyphe interne de régénération. Structure striée des zones B_1 et B_2. Membrane cytoplasmique (MC).

Planche III

1. — Constituants cytoplasmiques et organelles non identifiées (L et L').
2. — Plages de glycogène.

Planche IV

1 et 2. — Constituants cytoplasmiques et plasmalemme à invaginations intracytoplasmiques.
3 et 4. — Cicatrices conidiennes (CC).
5. — Repousse et cicatrice conidienne au M.O.
6. — Cloison transversale du conidiophore.

Planche V

1. — Constituants cytoplasmiques et corps pariétal.
2. — Conidiophore âgé et « décollement » de la membrane cytoplasmique. La mélanisation continue aux endroits où le « décollement » n'est pas réalisé. Quelques constituants cytoplasmiques.
3. — Jeune repousse. Couche A absente. Noyau et membrane nucléaire perforée (flèches). Organelles non identifiées (L).

Planche VI

1. — Cellule terminale du conidiophore. Cicatrice conidienne (CC) et contenu dégénéré. Mycélium interne (MI).
2. — Partie interne du mycélium de régénération et spore (SP) attachée.

Source : MNHN, Paris

Cytologie des Discomycètes

(Travaux récents)

Par A. BELLEMÈRE (E.N.S. Saint-Cloud) (1).

■

On étudiera successivement la cytologie des éléments mycéliens, celle des formations imparfaites, celle des éléments stériles des fructifications, puis celle de l'appareil ascogène, des asques et des ascospores. On terminera par quelques remarques générales. Incidemment quelques données seront empruntées à des travaux relatifs à des Pyrénomycètes.

I. — CYTOLOGIE DES ÉLÉMENTS MYCÉLIENS

A — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

1° LE MYCÉLIUM

a) Les FILAMENTS PRINCIPAUX du mycélium.

— Leur *calibre* est plus régulier chez les Operculés que chez les Inoperculés (BERTHET, 1964).

— L'*aspect* des cellules varie selon les conditions de milieu (nutrition, oxygénation). On trouve ainsi des cellules en tonnelet, en haltère, subsphériques. Quelquefois ces dernières forment des chaînes moniliformes (cf. SMERLIS, 1962). Parfois se manifeste une tendance levuriforme (*Rutstroemia elatina*: BERTHET, 1964). Dans certains cas les filaments mycéliens s'enroulent (SMERLIS, 1962).

---

(1) Il m'est particulièrement agréable de remercier ici, de façon toute spéciale, M. le Professeur M. CHADEFAUD, qui a bien voulu relire très attentivement le manuscrit de cet article et me faire profiter de ses remarques et suggestions ainsi que de sa profonde connaissance de toutes les questions relatives au monde immense des Champignons.

Source : MNHN, Paris

b) Les RAMIFICATIONS se font à angle aigu chez les Inoperculés et à angle droit chez les Opercules (BERTHET, 1964). Le mode de ramification et ses conditions, qui ont été étudiés d'une façon générale chez les Champignons par LARPENT (1966), n'ont pas été spécialement précisés chez les Discomycètes.

Les *anastomoses* entre filaments mycéliens sont fréquentes (BERTHET, 1964; HAHN, 1957; SMERLIS, 1962). Chez les *Botrytis* (MENZIGER, 1965) on constate que les noyaux migrent dans les anastomoses; leur forme est alors typique.

Dans les cultures sur agar nutritif, le mycélium d'assez nombreuses espèces prend un aspect zoné. Cette zonation a été étudiée par J. CHEVAUGEON (1959) chez un mutant de l'*Ascobolus immersus* Pers.: elle est en relation avec un développement sympodial des hyphes : chaque zone est formée d'hyphes horizontales rayonnantes, qui se terminent par une arborisation et produisent, en deçà de celle-ci, les hyphes rayonnantes de la zone suivante.

L'aptitude à la zonation dépend du génome : elle existe chez le mutant étudié de l'*A. immersus*, et non chez la forme sauvage. Mais sa manifestation peut dépendre de facteurs trophiques (J. P. LARPENT, 1966). Toutefois les expériences de J. CHEVAUGEON montrent que son mécanisme consiste surtout en une influence des parties âgées des filaments rayonnants sur leurs extrémités. Il y a là un problème encore imparfaitement résolu. D'autre part, une étude cytologique précise des éléments des diverses auréoles ne semble pas avoir été faite.

2° LES DIFFÉRENCIATIONS DU MYCÉLIUM

Les espèces parasites extra-cellulaires sont souvent pourvues de suçoirs ou haustoriums. Chez un *Entomosporium* (forme imparfaite d'un *Diplocarpon*), parasite intercellulaire, STOWELL et BACKUS (1966) constatent qu'ils sont piriformes et pourvus d'un noyau unique mais que leur pédicelle est si étroit qu'on s'explique mal comment le noyau a pu y transiter.

Chez beaucoup d'espèces le mycélium est formé d'hyphes de plusieurs sortes, les unes grêles, les autres plus grosses. Dans des cultures monoascosporales du *Stromatinia narcisii* Dr. et Gr., selon DRAYTON et GROVES (1952), les hyphes de fort diamètre (6-7,5 μ) sont mâles car elles engendrent des spermaties capables

Source : MNHN, Paris

de provoquer la transformation des ébauches réceptives en apothécies; ces dernières sont produites par des stromas ou des sclérotes, formés à partir d'hyphes grêles (1,5-1,8 μ) qui sont au contraire femelles.

D'autre part le mycélium peut prendre, au moins en culture, une disposition définie. Celui du *Thielavia hyrcaniae* J. Nicot se compose d'un système intramatricial, immergé dans l'agar nutritif, de filaments aériens dressés et d'une nappe de filaments horizontaux, portés par les filaments dressés et générateurs d'ébauches de périthèces (D. Longis, *inédit*). Cette disposition peut être comparée à celle que l'on rencontre chez certains stromas, tel celui du *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr., où E. Strikmann et M. Chadefaud décrivent, de bas en haut, un plancher paraplectenchymateux, une palissade interne formée d'hyphes verticales et un tectum paraplectenchymateux, avec, sur celui-ci, une palissade d'hyphes conidiogènes.

Les hyphes des sclérotes des *Sclerotinia* diffèrent de celles des sclérotes des *Helvellacées*. Ces dernières ont des cellules globuleuses à réserves intracytoplasmiques alors que les cellules des hyphes des sclérotes de *Sclerotinia* sont allongées et que leurs réserves sont contenues dans leurs parois épaissies (Berthet, 1964).

B — NOMBRE DE NOYAUX DES CELLULES MYCÉLIENNES

On sait depuis longtemps que ces cellules sont uninucléées chez certaines espèces et plurinucléées chez d'autres. Le nombre de leurs noyaux a été étudié de façon précise par Berthet (1964) sur des hyphes se développant en milieu submergé. De telles conditions peuvent le modifier, car chez le *Rutstroemia echinophila* les articles sont plurinucléés en milieu submergé et uninucléés en milieu aérien.

D'une façon générale Berthet constate que les Operculés ont des articles cœnocytiques. Le nombre des noyaux varie d'ailleurs selon les familles et sa variation cadre assez bien avec la systématique. Chez les Inoperculés les cellules sont le plus souvent uninucléées. Toutefois elles sont plurinucléées chez le *Neobulgaria pura*, le *Bulgaria inquinans*, certaines *Géoglossacées* et chez les *Sclérotiniacées*. Dans son étude des *Botrytis*, Menziger (1965) constate que les articles plurinucléés ont parfois plus de 100 noyaux. Le nombre des noyaux varie d'ailleurs avec les

Source : MNHN, Paris

articles : dans l'article terminal il n'est pas le même que dans les articles sous-jacents.

THYR et SHAW (1966) ont trouvé que le mycélium infestant de l'*Hypodermella arcuata* avait des articles binucléés. Par contre celui d'un *Entomosporium* a des cellules uninucléées (STOWELL et BACKUS, 1966).

C — CONTENU DES ARTICLES MYCÉLIENS

a) LE NOYAU.

α) Au microscope ordinaire il apparaît très petit. Mac INTOSH (1954) n'a pu y compter les chromosomes. Un nucléole et des chromocentres colorables par la réaction de Feulgen ont parfois été observés (P. HEIM, 1952; ZUK et SWIETLINSKA, 1965).

β) En microscopie électronique MOORE (1963), étudiant l'*Ascodesmis sphaerospora* Obrist, a constaté que le *noyau* des cellules mycéliennes est en relation avec la membrane plasmique, et que sa structure est moins régulière que celle du noyau de fusion de l'asque: les matériels clairs et sombres aux électrons y sont disposés de façon quelconque. Il est entouré, selon la règle, d'une double membrane pourvue de nombreux pores, dont le diamètre est de 145 mμ. — On ne dispose pas de documents nouveaux sur la division des noyaux du mycélium.

b) LE CYTOPLASME.

La pellicule ectoplasmique est moins bien définie que celle des plantes supérieures et peut n'être pas distincte. Parfois elle se subdivise en trois couches chez l'*Ascodesmis sphaerospora* Obrist, selon MOORE (1963).

Les *mitochondries* ne présentent rien de spécial.

Les *corps de Golgi (dictyosomes)* dont l'existence a été démontrée pour la première fois chez les Champignons par MOORE et Mac ALEAR (1963), dans les cellules de la strate interne de l'excipulum externe du *Neobulgaria pura* (Fr.) Petrak, n'ont pas été mis en évidence dans d'autres cellules de ce Discomycète. D'une façon générale ces corps semblent faire défaut dans les cellules mycéliennes. Par contre, comme on le sait depuis longtemps, la présence de vacuoles est constante.

Source : MNHN, Paris

Au microscope électronique on observe, chez l'*Ascodesmis sphaerospora*, des *granules* entourés d'une seule membrane, différents de ceux des hyphes ascogènes (MOORE, 1963). Ils correspondent sans doute à du glycogène.

Les pigments des Inoperculés ne paraissent jamais vacuolaires. Chez un *Dasyscyphus* ils forment des granules intracytoplasmiques. Chez le *Chlorociboria aeruginosa* ils sont contenus dans des granulations lipidiques (BERTHET, 1964). Les pigments observés dans les milieux de culture d'un *Mollisia* et du *Lasiostictis fimbriata* par GREMMEN (1956, 1960) ont des caractères antibiotiques.

D — PAROI DES HYPHES MYCÉLIENNES

α) En microscopie ordinaire la paroi des hyphes apparaît mince et souple. Elle est uniformément épaissie chez le *Bulgaria inquinans*, et le *Mitrophora semi-libera* (BERTHET, 1964). Dans les parties submergées des cultures on constate parfois des épaississements irréguliers et localisés de la paroi (SMERLIS, 1962, chez le *Potebniamyces balsamicola*). A l'extérieur des hyphes on peut trouver divers dépôts (BERTHET, 1964) : des éléments verruqueux sur les hyphes aériennes des Humariacées, des cristaux chez le *Bulgaria inquinans*, des pigments cristallisés en aiguilles chez divers Inoperculés.

Un examen très poussé permet de reconnaître autour de chaque cellule une paroi propre (*locula*), et, autour de chaque hyphe, une paroi externe commune à toutes les cellules (*vagina*) ; mais celle-ci est souvent très difficile à distinguer. Dans certains cas des substances sont exsudées à travers les loculas puis demeurent incluses sous forme de gouttelettes dans des petites boursouflures de la vagina. Chez le *Ceratocystis major* (v. Beyma) C. Moreau, C. MUGNIER (*inédit*) a observé la présence assez fréquente, entre les loculas et la vagina, de petites perles réfringentes, irrégulièrement disposées, peut-être de nature callosique.

β) En microscopie électronique les photographies relatives au *Pseudosplaea gaeumanni* (Müller) Wehmeyer et à un *Mollisia* publiées par R. T. MOORE et J. H. Mac ALEAR (1962) laissent bien distinguer les parties loculaire et vaginale de la paroi des hyphes qui sont claires et séparées par une très

Source : MNHN, Paris

mince lamelle intermédiaire plus sombre, parfois absente. La vagina est bien plus mince que les loculas.

Des LOMASOMES ont été caractérisés pour la première fois dans les hyphes du *Neobulgaria pura* par MOORE et MAC ALEAR (1961). Ce sont des corps spongieux, non allongés, probablement en forme de dôme, à contenu vésiculeux ou granuleux, ou les deux à la fois, situés entre la pellicule ectoplasmique et la paroi des hyphes. Ils représentent peut-être des vésicules du réticulum endoplasmique passées à l'extérieur de la pellicule ectoplasmique.

E CLOISONS DES HYPHES MYCÉLIENNES

Quand une cellule mycélienne se divise, la cloison séparant les deux cellules filles se forme, du moins en apparence, aux dépens d'un bourrelet ou d'un repli annulaire interne de la locula de la cellule-mère et son développement est centripète. Mais, en fait, il est possible que ce bourrelet ou repli soit en réalité constitué par un dépôt de substance membranaire semblable à celle de la locula, sur un très mince disque interloculaire, antérieurement formé et d'abord composé de fines granulations. C'est en effet ce que suggère, par comparaison, l'étude des ascospores des *Aglaospora* et des *Pleospora* (M. CHADEFAUD, 1969).

Quoi qu'il en soit, ce bourrelet, ou ce repli, ne se développe généralement pas jusqu'au centre du filament, de sorte que la cloison demeure percée d'un pore central. Il arrive qu'on observe plusieurs pores au lieu d'un seul. Dans la partie médiane de la cloison en voie de formation, puis définitivement formée, on peut souvent apercevoir le disque interloculaire, ou lame interloculaire, formé d'une substance semblable à celle de la lame intermédiaire séparant la vagina des loculas. Cette lame interloculaire s'épaissit vers l'extérieur et vient se raccorder à la lame intermédiaire. Elle constitue ainsi un anneau interloculaire à section triangulaire.

α) Au microscope ordinaire les cloisons apparaissent généralement minces. Chez les Discomycètes Operculés le pore est d'ordinaire facile à observer et peut être large, comme chez *Morchella esculenta* (BERTHET, 1964). Chez les Inoperculés son observation est plus délicate, mais MENZIGER (1965) en confirme l'existence chez les *Botrytis*. La lame inter-

Source : MNHN, Paris

loculaire et, surtout, l'anneau formé par sa marge sont en général bien visibles après coloration convenable. Ils semblent chitino-pectiques chez le *Sporormia leporina* Niessl (E. MORISSET, 1963), chitino-callosiques chez le *Ceratocystis major* (v. Beyma) selon C. MUGNIER (*inédit*), donc de composition variable selon les espèces.

Les auteurs classiques ont fréquemment indiqué la présence de synapses, mais les recherches au microscope électronique ont montré que cela était inexact. Au niveau des pores on peut en effet observer un ou plusieurs globules ou une condensation sidérophile du cytoplasme dans chacune des cellules qu'il réunit, mais ces formations ne sont pas de même nature que les synapses des Floridées. Chez l'*Ascobolus immersus* Pers., ZUK et SWIETLINSKA (1965) observent un globule dans chaque cellule. Chez le *Sporormia leporina* Niessl., ce globule est remplacé par une masse sidérophile aplatie contre la cloison (E. MORISSET, 1963). Chez l'Hyphomycète *Botryotrichum piluliferum* Sacc. et March., outre les plaques pectiques qui encadrent les pores, G. GENSAC (*inédit*) signale aussi des plaques chitinoïdes bien distinctes des précédentes.

Chez certaines Sclérotiniacées (*Rutstroemia*) et Sarcoscyphacées, BERTHET (1964) constate l'existence d'un manchon externe (ou auréole septale) probablement mucilagineux autour des cloisons transversales. Ces manchons se libèrent à la mort des cellules en formant autant d'anneaux dans les cultures. On peut probablement les comparer aux exsudats qui traversant les loculas de certaines espèces forment des boursouflures sous la vagina des filaments.

Dans les hyphes âgées une cloison de retrait limite la partie du cytoplasme qui reste vivante à l'intérieur de la paroi tubulaire persistante. Parfois une reprise de croissance peut s'effectuer. Une hyphe néoformée, plus mince, perce alors la cloison de retrait et s'insinue dans le tube préexistant (BERTHET, 1964).

β) En microscopie électronique.

Les travaux de MOORE et MAC ALEAR (1962) et de MOORE (1963) concernant des espèces des genres *Ascodesmis*, *Ascobolus*, *Mollisia*, *Neobulgaria* et *Dasyscypha* montrent que les septa sont bien perforés de simples pores, dont le diamètre varie de 80 à 580 μ, et qu'il n'existe aucun appareil synaptique. Par ces pores, il y a continuité cytoplasmique entre les articles mycéliens, et des

Source : MNHN, Paris

migrations d'inclusions et d'organelles, y compris les noyaux, sont possibles à l'intérieur du mycélium. On ne retrouve pas chez les Ascomycètes les curieux « parenthesomes » qui encadrent les pores septaux des Basidiomycètes.

Ces résultats ont été confirmés par C. E. Bracker et E. E. Butler (1963), puis par J. P. Schrantz (1964), qui a étudié de ce point de vue le *Peziza aurantia* Pers. et le *Ciliaria hirta* (Schum.). Chez ces deux espèces, le pore est accompagné de globules denses aux électrons, et il peut être temporairement obstrué par l'un d'eux.

Le microscope électronique a aussi révélé que le mécanisme de la formation des pores est complexe. Le repli annulaire générateur de chaque cloison s'épaissit à sa base et est recouvert par la membrane plasmique (plasmalemme). Le pore qui subsiste en son centre est bientôt obturé à la suite de la rencontre et de la confluence des membranes plasmiques. Le bouchon plasmique bipelliculaire ainsi constitué est déformé par le transit interne qui parcourt l'hyphe et ensuite il se résorbe, ce qui rétablit la continuité cytoplasmique (Moore, 1963, chez l'*Ascodesmis sphaerospora*).

En conclusion :

Du point de vue cytologique, les formations mycéliennes des Operculés sont un peu différentes de celles des Inoperculés (hyphes de calibre plus régulier, ramifications à angle droit, cellules plurinucléées). Certaines familles d'Inoperculés, où les apothécies sont fréquemment de grande taille, paraissent se rapprocher des Operculés (Sclérotiniacées, Géoglossacées) et mériteraient une étude plus approfondie à cet égard.

La cytologie fine des mycéliums des Discomycètes est dans l'ensemble très mal connue. La microscopie électronique devrait permettre des progrès. Plusieurs questions intéressantes d'un point de vue biologique pourraient être étudiées avec profit, telles que :

— la formation des auréoles dans les cultures zonées;

— la formation et le comportement des anastomoses entre filaments mycéliens;

— les variations de la structure cellulaire des hyphes avec les conditions de milieu (formes levures, etc...), ou avec l'âge (variation au long d'un filament);

Source : MNHN, Paris

— l'existence ou l'absence de corps de Golgi;

— la formation des parois et des cloisons intercellulaires (rôle des lomasomes, existence éventuelle de synapses);

— les corrélations entre les mitoses et la condition uni ou plurinucléée des articles mycéliens.

II. — CYTOLOGIE DES FORMES IMPARFAITES

A — MODE DE FORMATION DES CONIDIES

Divers modes de formation des conidies ont été observés chez les Discomycètes par BERTHET (1964). Il constate la désarticulation de filaments chez l'*Helotium herbarum*. Des conidiophores sans collerette sont signalés dans divers genres et espèces. Chez les *Tympanis*, les conidies produites sont très nombreuses (GROVES, 1952; FUNK, 1967). Chez un *Streptotinia* elles se forment en chaîne (ELLIOTT, 1962). Chez les *Diplocarpon* (= *Entomosporium*) (STOWELL et BACKUS, 1966) ou chez les *Trichophaea* (BERTHET, 1964) leur structure et leur mode de formation sont complexes.

Les formes imparfaites des Mollisioïdées ont été décrites de façon détaillée par Mme LE GAL et F. MANGENOT dans une série d'articles (1956, 1958, 1960, 1961, 1966).

Des conidiophores à collerette, parfois de type *Thielaviopsis*, sont mentionnés chez certains Inoperculés. La structure de tels conidiophores a été comparée à celle du sommet de certains asques (DELESPINE et CHADEFAUD, 1960).

HAWKER et HENDY (1963) signalent le passage de mitochondries à travers le pore séparant les conidies du conidiophore.

Le cas des conidies ascosporales sera étudié plus loin.

B — STRUCTURE DES CONIDIES

α) En microscopie ordinaire.

Les conidies des Discomycètes, parfois bi ou pluricellulaires, sont généralement unicellulaires. Elles sont alors le plus souvent uninucléées (BERTHET, 1964). Chez les *Botrytis* les conidies unicellulaires sont plurinucléées; leur taille est indépendante du nombre de noyaux qu'elles renferment (MENZIGER, 1965). Les

Source : MNHN, Paris

conidies contiennent fréquemment des *inclusions lipidiques* (BERTHET, 1964). Elles paraissent pauvres en eau (17 % chez le *Botrytis cinerea*, selon YARWOOD, 1950).

β) En microscopie électronique.

Le travail de HAWKER et HENDY (1963) montre que les conidies du *Botrytis cinerea* ont une *paroi* assez épaisse subdivisée en deux couches. L'externe mince, dense aux électrons et bien délimitée du côté interne, a une surface externe assez irrégulière. L'interne, plus épaisse, est transparente aux électrons. Le petit *noyau* (Ø 2-2,5 μ) possède une membrane à trois couches, percée de pores. Le cytoplasme montre un réticulum endoplasmique à rares citernae ou vésicules; il forme quelques vacuoles étoilées à la périphérie de la conidie. Les *mitochondries*, petites, ont des tailles et des formes variées; souvent ovales, elles peuvent être parfois courbées ou convolutées.

C — GERMINATION DES CONIDIES

Elle est généralement facile en culture pure (BERTHET, 1964); elle n'a cependant pas pu être obtenue chez certaines *Sclerotiniaceae*. Il peut y avoir quelquefois plusieurs tubes germinatifs (cas du *Streptotinia caulophylii*, ELLIOTT, 1962). La germination peut donner naissance à d'autres conidies. Il n'y en a qu'une seule pour chacun des tubes germinatifs du *S. caulophylii*.

Selon JAFFE et ETZOLD (1962) les spores du *Botrytis cinerea* germent parallèlement aux vibrations de la lumière polarisée et du côté le plus éclairé. Les modalités de la réponse conduisent à envisager l'existence de photorécepteurs situés à 0,5 μ de la surface, soit dans la partie profonde de la paroi, soit entre celle-ci et le cytoplasme. Ces récepteurs contiendraient des molécules dont l'axe d'absorption maximal est perpendiculaire à la surface cellulaire. Leur réalité n'a pas été examinée du point de vue cytologique.

L'étude de conidies du *Botrytis cinerea* à divers stades de germination a été faite en microscopie électronique par HAWKER et HENDY (1963). On observe les faits suivants :

α) Au début de la germination la conidie gonfle; sa paroi externe se déchire; un tube germinatif, entouré seulement par la paroi interne de la conidie, et revêtu d'un dépôt mucilagineux

Source : MNHN, Paris

diffus, apparaît. Une cloison basale, avec pore central, le sépare de la conidie. Dans le sporoplasme de celle-ci on note une augmentation de la densité du réticulum endoplasmique et un accroissement du nombre des mitochondries.

β) Un peu plus tard le sporoplasme renferme de larges vacuoles. Dans le tube germinatif on observe plusieurs noyaux à membrane périnucléaire bien distincte, ainsi que des mitochondries et des vacuoles.

γ) Plus tard encore la paroi du tube germinatif est mieux individualisée; une couche externe mince, dense aux électrons, s'y différencie. Les tubes les plus âgés possèdent des lomasomes.

En conclusion :

Seules les conidies du *Botrytis cinerea* ont été examinées en microscopie électronique. Leur étude soulève à elle seule quelques questions : formation d'une cloison à la base du tube germinatif, paroi externe de ce dernier formée par la paroi interne de la conidie (alors que chez les *Rhizopus* c'est une paroi néoformée qui s'ajoute à la paroi unique de la spore), mode de multiplication des noyaux dans le tube germinatif. L'étude de divers types de conidies et leur comparaison avec les ascospores tant par leur mode d'individualisation que par leur germination serait pleine d'intérêt.

III. — CYTOLOGIE DES ÉLÉMENTS STÉRILES DES APOTHÉCIES

1° LES ÉLÉMENTS DE L'EXCIPULUM

a) Aucun travail de quelque importance n'a été fait sur ce sujet à l'aide du microscope ordinaire. De rares données, plutôt histologiques que cytologiques, sont quelquefois fournies par certains auteurs pour préciser des diagnoses lors d'études d'ordre systématique. Il n'en sera pas fait état ici car leur relevé n'apporte rien de fondamentalement important.

b) Par contre les études effectuées en microscopie électronique sur les apothécies mucilagineuses du *Neobulgaria pura* par Moore et Mac Alear (1962) ont révélé des faits nouveaux. En

Source : MNHN, Paris

effet, contrairement aux cellules des hyphes du revêtement excipulaire dont la structure est banale, celles de l'excipulum interne, qui forment manchon, ont des cellules d'un type particulier :

— leur *noyau* est important, plus clair et plus homogène que dans les hyphes banales, et sa paroi est souvent percée de larges pores;

— le *réticulum endoplasmique* ne constitue pas un réseau à proprement parler; il est formé de vésicules distinctes qui paraissent naître du noyau et gagner le hyaloplasme;

— l'*appareil de Golgi* y est présent, comme on l'a déjà dit. Il est réduit à un dictyosome unique, situé contre le noyau, et qui paraît en continuité avec la membrane nucléaire adjacente dont peut-être il dérive. Les saccules du dictyosome proches du noyau contiennent une substance figurée. Celle-ci est absente dans les saccules périphériques. Une substance sécrétée par le noyau pourrait ainsi transiter à travers le cytoplasme. Il s'agit peut-être de la substance gélatineuse intercellulaire abondante dans l'excipulum. Il ne semble pas que des ribosomes soient associés à l'appareil de Golgi;

— les *mitochondries* (Moore et Mac Alear, 1963) n'ont pas un aspect banal; leur forme est sphérique et leurs crêtes internes sont tubulaires. Elles semblent pouvoir se mettre en rapports avec le réticulum endoplasmique;

— des *lomasomes* sont présents;

— on observe aussi diverses *inclusions :* les unes sont des granules globuleux, denses, contenus dans un anneau de la membrane nucléaire; d'autres sont des corps à simple paroi; d'autres encore, peu opaques aux électrons, ont un centre plus dense.

c) Ces observations sont malheureusement difficiles à relier à celles qui ont été effectuées par E. J. Moore (1965) sur la formation des « mucilages » des apothécies de divers Discomycètes. Selon cet auteur le « mucilage » sécrété par le cytoplasme s'accumule dans la cellule, puis il en est expulsé par des pores de la paroi (*Neobulgaria pura, Bulgaria inquinans, Coryne cylichnium, Corynella sp., Cudonia lutea, Leotia viscosa, Holwaya leptosperma*). Mais on ignore si les cellules intéressées par cette sécrétion sont les mêmes que celles où un dictyosome a été découvert, et par conséquent, on ne peut savoir si ces derniers, comme l'ont pensé Moore et Mac Alear (1963), interviennent

Source : MNHN, Paris

dans une telle sécrétion. Par ailleurs, ces « mucilages » peuvent se former non seulement par sécrétion mais aussi par désintégration des hyphes, après épaississement de leurs parois, comme c'est le cas chez la forme imparfaite de *Coryne cylichnium*.

d) D'autres observations effectuées par MOORE et MAC ALEAR (1963), sur d'autres genres de Discomycètes, ne concernent malheureusement que les mitochondries. Dans les genres *Ascobolus* et *Ascodesmis* les mitochondries sont banales. Chez un *Coryne* elles ont peu de crêtes et paraissent déformables. Chez un *Mollisia* elles sont allongées.

2° LES PARAPHYSES

On sait que tous les filaments interascaux ne sont pas des paraphyses véritables. Certains d'entre eux, ou même tous, peuvent provenir de filaments paraphysoïdes préexistants. Chez les Discomycètes ces faits ont été confirmés chez divers *Hypodermataceae* par GORDON (1966), chez l'*Hypodermella arcuata* par THYR et SHAW (1966), chez le *Cryptomycina pteridis* par WEHMEYER (1966), et chez divers genres par nous-même (1967). Parallèlement ces faits ont été observés chez les Disco-lichens par M. A. LETROUIT-GALINOU (1966) et M. C. JANEX-FAVRE (1964).

E. J. MOORE (1963) a observé que les paraphyses vraies de *Pyronema domesticum* apparaissaient comme des protrusions des cellules des courts filaments qui servent de pédicelle aux anthéridies ou aux ascogones.

L'existence d'anastomoses entre les paraphyses a été confirmée, tant chez des *Hypodermataceae* (GORDON, 1966) que chez des *Sarcoscyphaceae* (BERTHET, 1966).

La présence de pseudo-paraphyses au lieu de paraphyses vraies qui caractérisent les Pyrénomycètes Ascoloculaires n'a pas été retrouvée avec certitude chez les Discomycètes.

a) CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES CELLULES DES PARAPHYSES.

Les recherches de BERTHET (1964) ont montré que chez les Operculés les paraphyses sont le plus souvent formées d'articles plurinucléés. E. J. MOORE (1963) a vu des mitoses synchrones dans ceux de *Pyronema domesticum*.

Un petit nombre d'Operculés et la plupart des Inoperculés étudiés par BERTHET (1964) ont des paraphyses à cellules uni-

Source : MNHN, Paris

nucléées. WEHMEYER (1966) signale des articles binucléés dans les paraphysoïdes du *Cryptomycina pteridis*, avant et après la rupture de ceux-ci.

b) LE NOYAU DES PARAPHYSES.

Il a été peu étudié en microscopie ordinaire et pas du tout en microscopie électronique.

A l'interphase il est petit, compact, fortement chromatique chez le *Pyronema omphalodes* (WILSON, 1952; Mac INTOSH, 1954) et chez le *Neotiella* (= *Humaria*) *rutilans* (WESTERGAARD et VON WETTSTEIN, 1966) où il est un peu allongé. On n'y a pas observé de nucléole.

Des divisions ont été fréquemment rencontrées chez le *P. omphalodes* par WILSON (1952); les fuseaux ont alors une disposition quelconque, soit parallèle à l'axe d'allongement, soit oblique par rapport à celui-ci.

c) LE CYTOPLASME DES PARAPHYSES.

Ses constituants ne sont pas mentionnés par les auteurs. Seuls les pigments caroténoïdes ont été étudiés.

α) En microscopie ordinaire, Mme P. HEIM (1949), qui a observé de nombreux genres et espèces, a signalé que les caroténoïdes pouvaient se trouver, soit dans les globules huileux, soit cristallisés à l'intérieur d'éléments du chondriome semblables à des chromoplastes.

β) En microscopie électronique SCHRANTZ (1965), étudiant le *Ciliaria hirta* (Schum.) Boud., constate qu'à la base des paraphyses les caroténoïdes sont contenus dans des globules lipidiques à parois simples. Mais il ne confirme pas qu'ils sont engendrés dans des chromoplastes. Au sommet des paraphyses les aiguilles de caroténoïdes, plus ou moins flexueuses ou effilochées, sont en effet formées sur des lamelles des saccules du réticulum endoplasmique. On peut ainsi penser que les caroténoïdes sont produits par ce dernier et qu'ensuite ils se rassemblent dans les globules lipidiques.

d) LES PAROIS DES PARAPHYSES.

Les auteurs récents n'ont pas parlé des parois longitudinales mais des études au microscope électronique ont été faites relativement aux cloisons transversales.

Source : MNHN, Paris

Chez le *Pyronema domesticum*, E. J. Moore (1963) signale seulement qu'elles sont discrètes et espacées. Chez le *Peziza aurantia* et le *Ciliaria hirta*, Schrantz (1964) y décrit, accompagnant les pores septaux, des globules qu'il qualifie de synaptiques. En fait il ne s'agit pas de vraies synapses et il faut parler de globules « pseudo-synaptiques ». Chez le *P. aurantia* les pores ont 0,25 μ de diamètre et on trouve de part et d'autre de chacun d'eux une granulation centrale, entourée de 3 à 6 granules disposés circulairement et plus éloignés de la cloison que la granulation centrale. Chez le *C. hirta* le pore est plus large : 0,5 μ; il y a deux granulations centrales mais pas de granulations périphériques.

Ces diverses granulations semblent en partie protéiques. Elles sont entourées d'un mince liséré sinueux, qui paraît d'origine cytoplasmique.

e) Les autres éléments stériles des apothécies.

Chez divers Operculés (*Scutellinia, Cheylimenia*), Mme Le Gal (1963) signale des « crampons internes » dont la paroi externe est continue, les cloisons transversales se raccordant seulement avec la paroi interne.

Chez le *Pyronema domesticum*, E. J. Moore (1963) mentionne des poils excipulaires, et des chaînes de cellules rappelant les paraphyses et développées au voisinage de l'ascogone. Dans ces formations, au contraire des paraphyses, les mitoses ne sont pas synchrones.

En conclusion :

Les documents dont on dispose relativement à la cytologie des éléments stériles des apothécies sont encore très insuffisants. Ainsi :

— il serait souhaitable de préciser si l'existence de dictyosomes est effectivement en rapport avec la production d'un abondant mucilage. Des études cytologiques fines portant sur des hyphes à rôle structural important (parathécium, médulle) et menées à tous les stades du développement de l'apothécie, pourraient apporter des données intéressantes sur les corrélations qui gouvernent la structure de celle-ci;

— les conditions cytologiques de la rupture des paraphysoïdes restent à préciser, ainsi que les transformations cellulaires au

Source : MNHN, Paris

cours de l'allongement des paraphyses, et cela en rapport, éventuellement, avec le rôle secréteur de ces dernières. La permanence des appareils « pseudo-synaptiques » et leur généralité dans les paraphyses ne sont pas établies de façon sûre. Les anastomoses n'ont pas été étudiées.

Grâce au microscope électronique on peut espérer que dans l'avenir de nombreuses données seront recueillies sur ces problèmes.

IV. — CYTOLOGIE DE L'APPAREIL ASCOGONIAL ET DE L'APPAREIL ASCOGÈNE

A — L'APPAREIL ASCOGONIAL

C'est une fois de plus un *Pyronema* qui a été étudié : le *P. domesticum* Sow. Comme chez les autres espèces du même genre chaque apothécie se développe autour d'un groupe de couples d'organes sexuels formé d'un ascogone et d'une cellule mâle, classiquement qualifiée d'anthéridie.

Selon E. J. Moore (1963) ces couples sont au nombre de 5 à 8. Ils naissent d'une rosette d'hyphes qui sont autant de ramifications d'une hyphe initiale, et chacun d'eux provient d'une cellule d'une de ces ramifications. Ensuite le jeune ascogone bourgeonne un court filament. Des noyaux y migrent, puis une cloison sépare la partie basilaire de la partie distale de ce filament. La première est incorporée à l'ascogone qui est ainsi accru. L'autre devient un trichogyne dont les noyaux se désintègrent pendant qu'il s'enroule, activement, autour de la cellule mâle. Le sommet du trichogyne se met en contact avec cette dernière. Un pore se forme alors au niveau de ce contact, tandis qu'un autre s'ouvre dans la cloison qui sépare le trichogyne de l'ascogone. Le passage des noyaux mâles dans le trichogyne, puis dans l'ascogone, autrefois bien décrit et figuré par Harper (1900) chez le classique *Pyronema confluens*, est probable, mais il n'a pas été effectivement observé. Les premiers éléments de l'appareil sporophytique apparaissent avant que les noyaux de la cellule mâle aient entièrement disparu.

Source : MNHN, Paris

B — L'APPAREIL SPOROPHYTIQUE

1° DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL SPOROPHYTIQUE

Le travail critique de P. Martens (1946) a montré que notre connaissance de l'appareil sporophytique des Ascomycètes était très insuffisante et que les interprétations qu'on en donne, généralement basées sur la théorie de Claussen (1912), n'étaient pas toujours en accord avec les faits réellement observés. Selon ce travail, puis les publications de M. Chadefaud (1953 et 1960), il semble que dans cet appareil doivent être distinguées, du moins en principe, deux parties successives : la première, mictohaploïde (= garnie de noyaux des deux sexes encore impubères, non accouplés), la seconde formée de filaments ascogènes dicaryotiques (= à cellules pourvues chacune de deux noyaux accouplés, l'un mâle, l'autre femelle, formant un dicaryon). Mais la distinction de ces deux parties n'est pas toujours aisée, surtout parce que l'une d'elles, ou toutes deux, peuvent être très réduites.

Chez le *Dothidea puccinioides*, selon E. S. Luttrell (1951), la première partie s'achève par une sorte de sporulation [« a process similar to that described for the formation of microconial mother cells » (= spores microconidiogènes)] et produit une masse de petites cellules à cytoplasme dense, pour la plupart binucléées, et ensuite ces petites cellules engendrent les filaments ascogènes. Cette « sporulation » peut faire penser que les deux parties représentent deux phases successives du cycle (M. Chadefaud, *l. cit.*), mais elle n'a pas été retrouvée chez les autres Pyrénomycètes et les Discomycètes, chez lesquels elle est remplacée par un cloisonnement en cellules généralement binucléées, cloisonnement qui lui-même peut faire défaut.

Chez le classique *Pyronema omphalodes* Bull. (= *P. confluens* Tul.), dont H. C. I. Gwynne-Vaughan et S. H. Williamson (1931) avaient déjà repris l'étude, I. M. Wilson (1952) distingue plusieurs stades au cours du développement, dans lequel on peut, par commodité, distinguer deux parties.

Source : MNHN, Paris

a) Première partie du développement :

α) Le stade des papilles.

A ce stade, la cellule mâle est pratiquement vidée; le trichogyne, dont la paroi présente des stries hélicoïdales, a un contenu qui fixe bien les colorants. Le pore qui le sépare de l'ascogone est bloqué par un granule chromophile. Dans l'ascogone les noyaux sont disposés à la périphérie. Ils sont isolés ou en petits groupes mais non appariés. De petites papilles coniques à parois fines se forment extérieurement sur l'ascogone au niveau de petits groupes de noyaux. Elles-mêmes ne renferment pas de noyau.

β) Le stade des nodules a déjà été figuré par Harper (1900).

Plusieurs noyaux s'engagent un à un dans chacune des papilles. Chacune de celles-ci se renfle alors en un nodule à base étroite.

b) Passage a la seconde partie du développement :

γ) Le stade des filaments coenocytiques a, lui aussi, déjà été figuré par Harper (1900).

Sur chaque nodule apparaissent 2 ou 3 ramifications filamenteuses dans lesquelles s'engagent les noyaux. Ceux-ci se placent en une file unique, sans vraiment se disposer par paires, au moins vers la base des filaments. A ce moment toute migration de noyaux cesse entre l'ascogone et les divers nodules.

δ) Le stade de la mitose dans les filaments coenocytiques a déjà été figuré par Gwynne-Vaughan et Williamson (1931).

Une *unique mitose* affecte alors, de façon synchrone, les noyaux de la partie supérieure des filaments coenocytiques et une cloison apparaît sur l'emplacement de chacun des fuseaux de division

E. J. Moore (1963) signale aussi que les noyaux ne sont pas appariés et que les mitoses sont pratiquement synchrones chez le *Pyronema domesticum*.

Source : MNHN, Paris

ε) Le stade du cloisonnement des filaments coenocytiques.

Après la formation des cloisons chaque filament se compose d'une cellule terminale uninucléée, surmontant une série de cellules binucléées dont les noyaux ne sont pas des noyaux frères; ces cellules surmontent elles-mêmes une partie basilaire coenocytique. Selon Gwynne-Vaughan et Williamson (1931) il y a seulement une cellule terminale et une cellule basale uninucléées, séparées par une file de cellules binucléées.

Des filaments coenocytiques se cloisonnant de la même façon ont été aussi décrits chez l'*Ascobolus magnificus* Dodge et l'*Ascophanus aurora* (Crouan) Boud. par Gwynne-Vaughan et Williamson (1932 et 1934), mais ils naissent directement de l'ascogone. Une observation antérieure de A. Guilliermond (1905) montre qu'il en existe aussi chez le *Pustularia catinus* Fuck., où leurs cellules binucléées engendrent directement les asques.

Récemment des éléments coenocytiques ont été observés par Berthet (1964) chez l'*Otidea onotica* et le *Cheylimenia aurea*. Chez le *Cryptomycina pteridis*, Wehmeyer (1966) a rencontré des cellules binucléées en dehors de l'appareil sporophytique.

c) Seconde partie du développement :

ζ) Les hyphes ascogènes.

1) Selon Gwynne-Vaughan et Williamson chacune des cellules binucléées provenant du cloisonnement des filaments coenocytiques peut engendrer une hyphe ascogène. Celle-ci se développe par le jeu de mitoses conjuguées suivies de cloisonnements qui subdivisent l'hyphe en éléments à anses latérales. Des rameaux latéraux peuvent naître des anses latérales et l'hyphe ascogène est ainsi ramifiée. De telles hyphes avaient déjà été décrites par Claussen (1912). Elles ont été observées chez de très nombreux Ascomycètes par divers auteurs.

2) Pour M. Chadefaud (1943, 1960) elles sont effectivement constituées d'éléments, ou dangeardies, qui naissent les uns des autres à la suite de mitoses conjuguées mais qui ne présentent pas toujours d'anses latérales, si bien que les hyphes ascogènes ne sont pas nécessairement caractérisées par de telles anses. M. Chadefaud distingue en effet le type *droit* (une cellule binucléée entre deux cellules uninucléées, l'une basale l'autre api-

Source : MNHN, Paris

cale), le type à *bec* (ou en crochet) (la cellule uninucléée apicale est déportée sur le côté), le type à *anse* (le bec formé par cette cellule s'unit à la cellule basale, lui cède son noyau et devient une anse), enfin le type *bicellulaire*, simplifié (réduit à deux cellules binucléées superposées). Seules les hyphes ascogènes formées d'éléments de type à anse présenteront effectivement des anses latérales.

3) Les auteurs récents ne parlent généralement pas d'hyphes à anses latérales. Nous en avons figuré chez le *Cyathicula coronata* (1958) où elles font suite vers le haut à des hyphes dont le cytoplasme est en régression. Depuis lors nous en avons observé chez de nombreux Inoperculés, notamment chez l'*Ostropa barbara* où elles sont très belles (1967). Dans certains cas les hyphes ascogènes à anses latérales se réduisent à un unique élément. C'est le cas, semble-t-il, de *Dasyscyphus sulfureus* (Berthet, 1964) et de *Pyronema omphalodes* (Wilson, 1952). Quand cette dernière espèce est placée en lumière brillante, son unique élément à anse latérale peut produire un élément fils au lieu de donner directement un asque.

4) Des hyphes ascogènes dépourvues d'anses latérales ont été observées par Berthet (1964) chez l'*Helvella crispa* et chez un *Galactinia* sp.

2° STRUCTURE DES CELLULES DE L'APPAREIL SPOROPHYTIQUE

Des observations en microscopie électronique ont été faites sur de telles cellules par plusieurs auteurs. Malheureusement ni le stade de développement ni le type cellulaire n'ont pu être précisés, si bien que persistent des ambiguïtés ou même d'apparentes contradictions.

a) Le noyau. — Chez un *Mollisia* (Moore et Mac Alear, 1961), la membrane nucléaire, percée de pores probablement non circulaires, est connectée à la paroi plasmique et la connexion possède des diverticules. Mac Intosh (1954), en microscopie ordinaire, a constaté que chez le *Pyronema omphalodes* les noyaux sporophytiques diffèrent de ceux des paraphyses : ils ont un grand nucléole et une chromatine peu colorable.

b) Le cytoplasme. — Il est seulement fait mention, chez l'*Ascodesmis sphaerospora* Obrist (Moore, 1963), de granules

Source : MNHN, Paris

probablement lipidiques pourvus d'une paroi et montrant une région dense interne entourée plus ou moins complètement d'une région claire.

c) Les parois. — Chez l'*Ascodesmis* étudié (Moore, 1963), elles sont analogues à celles du mycélium. Chez le *Mollisia* examiné par Moore et Mac Alear (1961), ces auteurs n'ont pas observé de lomasomes.

d) Les septa. — Ils sont percés de pores. Chez *Dasyscyphus* sp. ils peuvent être simples (comme dans le mycélium) ou obturés par un bouchon, comme c'est le cas chez *Mollisia* sp. (Moore et Mac Alear, 1962). Chez *Ascodesmis* sp. le pore est bloqué par une paire d'anneaux, dont l'un est plus contracté, et qui, en coupe, ont l'aspect de granules (Moore, 1963).

C — LA GENÈSE DE L'ASQUE : L'ÉLÉMENT ASCOGÈNE

1° CARACTÈRES DE L'ÉLÉMENT ASCOGÈNE

1°) Depuis les travaux de P. A. Dangeard, de Harper et de Claussen on sait qu'en principe chaque asque naît d'un élément en bec ou en anse formé aux dépens de la cellule terminale dicaryotique d'une hyphe ascogène, à la suite d'une mitose conjuguée suivie de cloisonnement. L'asque est alors bourgeonné par la cellule médiane dicaryotique de l'élément ascogène, ou cellule proascale, comprise entre la cellule basale et le bec (ou l'anse) du crochet. Il est très fréquent que la cellule dicaryotique à anse latérale qui résulte de la fusion du bec et de la cellule basale de l'élément ascogène constitue un élément ascogène fils qui engendre un second asque. Ce phénomène se répétant il y a production d'une cyme d'asques.

2°) Les asques ne naissent pas seulement de la cellule terminale d'une hyphe ascogène ils peuvent se former à partir des autres éléments à anses de ces hyphes. M. Chadefaud (1940, 1953) en a figuré des exemples chez le *Bulgaria inquinans*. Un de ses dessins relatif à *Dasyscyphus brevipilus* montre que chez cette espèce toutes les anses latérales d'une hyphe ascogène peuvent chacune bourgeonner directement un asque.

Source : MNHN, Paris

3°) Il se peut aussi que l'élément ascogène ne soit ni en bec ni en anse mais soit du type simplifié bicellulaire. M. CHADEFAUD (1953, 1960) figure ou cite comme exemples : un *Helotium*, le *Leotia lubrica*, et les Clavicipitales. Chez le *Lachnea hemisphaerica* il constate la coexistence d'éléments à anses et d'éléments simplifiés dont, en outre, chacune des cellules peut être proascale. Chez le *Morchella rotunda* il avait antérieurement suivi (1949) la dégénérescence conduisant d'éléments à anses (rarement présents) à des éléments géniculés non cloisonnés dans lesquels la cellule basale, l'anse et la cellule médiane ne font qu'un.

4°) Des recherches plus récentes ont confirmé que le crochet ou l'anse latérale sont rarement absents (*Cryptomycina pteridis*, WEHMEYER, 1966; *Urnula Poucheti*, BERTHET et RIOUSSET, 1965). Ainsi, BERTHET (1964) a rencontré le type à crochet ou à anse dans de nombreux genres et espèces, et les autres auteurs récents l'ont très fréquemment observé.

Le type simplifié bicellulaire est assez fréquent (BERTHET, 1964). Par contre le type droit est rare et inconstant. Il n'a été rencontré que chez le *Pustularia catinus* où il avait été antérieurement décrit par A. GUILLIERMOND et chez le *Baeomyces* (*Icmadophilus*) *ericetorum* (L.) où il a été observé et figuré par M. CHADEFAUD (1960).

5°) Des éléments ascogènes de types plus ou moins complexes ont été signalés chez divers Discomycètes tels l'*Orbilia xanthostigma* (M. CHADEFAUD, 1953), les *Cudonia circinans* et *confusa*, le *Morchella esculenta*, le *Cookeinia tricholoma* et le *Lachnea hemisphaerica* (BERTHET, 1964). Des anastomoses également complexes entre éléments ascogènes se rencontrent aussi chez le *Perrotia flammea* et l'*Helotium herbarum* (BERTHET, 1964).

6°) Selon GORDON (1966) les asques d'un certain nombre d'*Hypodermataceae* naissent directement des cellules basales des filaments paraphysoïdes, soit par anastomose entre les bases des filaments voisins, migration de noyaux et caryogamie (ex. : *Lophodermium juniperinum*, ou type I de GORDON), soit après caryogamie dans des cellules de ces filaments, initialement binucléées (ex. : *Elytroderma deformans*, ou type II de GORDON). Dans ces conditions il n'y aurait pas d'appareil sporophytique différencié. De tels résultats demandent confirmation.

Source : MNHN, Paris

2° POSITION DE LA CELLULE PRO-ASCALE

Dans la plupart des cas récemment étudiés il est confirmé que c'est effectivement la cellule médiane de l'élément ascogène qui est à l'origine de l'asque. Toutefois selon WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966), chez le *Neotiella* (= *Humaria*) *rutilans*, espèce pourvue d'éléments ascogènes à anses latérales, c'est la cellule basale de chacun de ces éléments, et non sa cellule médiane, qui engendre l'asque. Chez le *Bulgaria inquinans* (M. CHADEFAUD, 1953) cette cellule peut aussi devenir pro-ascale.

3° CYTOLOGIE DES ÉLÉMENTS ASCOGÈNES

a) LORS DE LA FORMATION DES CROCHETS ASCOGÈNES.

Chez le *Pyronema omphalodes*, Mac INTOSH (1954) a constaté que la chromaticité du noyau augmentait à la prophase, le nucléole étant excentrique. A la métaphase les chromosomes sont densément serrés. Chez le *Neotiella rutilans* selon WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966) il ne se formerait pas de fuseau de division lors des divisions conjuguées. (En fait on ignore s'il en existe un lors des mitoses végétatives banales.)

b) AUX APPROCHES DE LA CARYOGAMIE.

Dans la cellule médiane du crochet ascogène de *Neotiella rutilans* selon WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966), la chromatine est très contractée (comme chez les noyaux interphasiques des paraphyses ou de la 3° division de l'asque), la membrane nucléaire a peu de pores et les anneaux y sont peu développés; le DNA n'est pas en replication (stade G_1). Dans les cellules du bec et du pied du crochet ascogène de cette même espèce (cellules qui vont se fusionner pour former le jeune asque) ces mêmes auteurs constatent que la chromatine est relativement peu contractée, la membrane nucléaire possède de nombreux pores à anneaux périphériques bien marqués (comme c'est le cas en général chez les noyaux en méïose), enfin une étude photométrique montre que le DNA est en replication (stade S). WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966) en concluent que la duplication du DNA a lieu très tôt, *avant même la caryogamie*, qui

Source : MNHN, Paris

n'est donc qu'une péripétie de la méïose, et avant la fusion des cellules du pied et du bec du crochet. Dans la cellule médiane du crochet qui ne sera pas le siège d'une méïose, mais seulement de mitoses, on constate qu'en interphase le DNA n'est pas encore répliqué et que la chromatine est assez étalée.

V. — LES DIVISIONS NUCLÉAIRES DE L'ASQUE

Depuis les recherches de Mme P. Heim (1952) les travaux récents se rapportent à l'*Ascobolus magnificus* (Wood, 1953), à l'*Ascobolus immersus* (Zuk et Swietlinska, 1965; Zickler, 1967), au *Pyronema omphalodes* (= *P. confluens*) (Mac Intosh, 1954) et au *Neotiella* (= *Humaria*) *rutilans* (Westergaard, Rossen et von Wettstein, 1964, 1965, 1966).

1° LA CARYOGAMIE

A la suite des travaux de Harper, les auteurs anglais (Gwynne-Vaughan et coll.) ont longtemps soutenu que la fécondation des ascogones aboutissait à la formation de noyaux diploïdes, et qu'en conséquence, dans l'appareil ascogène, donc aussi dans les cellules proascales, les deux constituants de chaque dicaryon étaient eux aussi diploïdes. Lors de la formation de chaque asque, la caryogamie, découverte autrefois par P. A. Dangeard, aurait donc été la fusion de deux noyaux diploïdes en un noyau tétraploïde. Mais il ne fait plus de doute aujourd'hui que cela soit inexact : il ne se forme pas de noyaux diploïdes dans les ascogones, et la caryogamie dangeardienne, lors de la formation des asques, est la fusion de deux noyaux haploïdes.

La réalisation de la caryogamie peut dépendre des conditions du milieu. Ainsi selon Wehmeyer (1966) le noyau de fusion de l'asque du *Cryptomycina pteridis* ne se constitue qu'à la chute des frondes-hôtes, c'est-à-dire quand le champignon est devenu saprophyte.

Les modalités de la fusion ne sont décrites par aucun auteur récent. Wehmeyer (1966) signale que chez le *Cryptomycina pteridis* un petit noyau persiste à l'extrême base de l'asque quand le noyau de fusion est constitué. Mais cela mériterait confirmation.

Source : MNHN, Paris

Pour WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966), la caryogamie est consécutive à l'absence de fuseau lors de la mitose précédente. Il se forme de ce fait une sorte de noyau de restitution, comme on en obtient avec la colchicine. Il n'y a pas seulement polyploïdie mais fusion de la chromatine.

2° LES CARACTÈRES DU NOYAU DE FUSION

MOORE (1963) insiste sur le grand volume du noyau de fusion (45 fois celui d'un noyau haploïde chez *Ascodesmis*).

a) LE NUCLÉOPLASME est formé surtout de matériel dense aux électrons (MOORE, 1963, sur *Ascodesmis*). Sa structure est peu nette au microscope électronique (MOORE et MAC ALEAR, 1962, sur *Dasyscyphus*).

b) L'ENVELOPPE NUCLÉAIRE. — Chez *Neotiella rutilans* (WESTERGAARD et von WETTSTEIN, 1966) les pores annelés de 700 Å de diamètre sont très rapprochés.

c) La CHROMATINE. — Tous les auteurs s'accordent pour considérer qu'elle est très contractée et chromatique (P. HEIM, 1952; MAC INTOSH, 1954; MOORE, 1963; ZUK et SWIETLINSKA, 1965; WESTERGAARD et von WETTSTEIN, 1966; ZICKLER, 1967, entre autres). Selon ZUK et SWIETLINSKA cette contraction se fait après la fusion.

Selon WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966), chez le *Neotiella rutilans* les chromosomes, *déjà appariés*, sont reliés l'un à l'autre par un *complexe synaptinemal* bien visible au microscope électronique et dont ils ont figuré un diagramme. Ce complexe comporte trois composantes. Les deux composantes latérales, formées de fibrilles de 400 Å de longueur, sont disposées perpendiculairement à la surface de contact des chromosomes. La composante centrale comporte deux fois plus de fibrilles analogues, mais longues seulement de 160 Å. Elles est située dans la partie médiane de 1100 Å d'épaisseur qui sépare les deux composantes latérales. Des tractus connectent les fibrilles de chacune des composantes latérales avec la chromatine d'une part et avec les fibrilles de la composante centrale d'autre part.

Chez le *Neotiella rutilans* la chromatine a une structure fibrillaire et les fibres ont un diamètre de 30 à 60 Å. On ne voit pas que les chromosomes soient fissurés en chromatides.

Source : MNHN, Paris

d) Le nucléole. — P. Heim (1952) a décrit un gros nucléole sphérique avec chromocentre accolé. En microscopie électronique le nucléole apparaît comme une tache noire énigmatique chez *Ascodesmis* (Moore, 1963). Chez le *Neotiella rutilans*, Westergaard et von Wettstein considèrent que la coiffe polaire du noyau est un nucléole qui résulte de la fusion des nucléoles des deux noyaux initiaux de l'asque. Cette coiffe est en effet très dense aux électrons, très riche en particules ribosomiques et il semble que parfois elle soit contenue dans une évagination de la membrane nucléaire.

3° LA PREMIÈRE DIVISION NUCLÉAIRE

Elle se situe habituellement dans la partie supérieure de l'asque. Chez le *Schizoxylon Berkeleyanum* elle a lieu cependant dans la partie médiane de l'asque (Bellemère, 1960).

Il peut exister un délai entre la constitution du noyau de fusion et la méïose. Ainsi chez le *Cryptomycina pteridis* (Wehmeyer, 1966) le noyau de fusion est formé dès la fin de l'été alors que la méïose n'a lieu qu'au printemps, après le froid hivernal.

a) Prophase I.

Le noyau augmente de volume, puis on observe les stades classiques suivants :

α) stade leptotène. — Il est absent chez le *Neotiella rutilans* (Westergaard et von Wettstein, 1966) où les chromosomes sont d'emblée appariés. Chez l'*Ascobolus immersus* il existe un stade « leptotène » non typique car les chromosomes sont courts (Zickler, 1967). Des stades leptotènes d'une grande netteté ont été observés chez divers Discomycètes par Mme Heim (1952).

Les caractéristiques du stade leptotène semblent donc variables selon les cas.

β) stade zygotène. — Le synapsis est très fréquent (P. Heim, 1952) et généralement signalé par les auteurs.

γ) stade pachytène. — Contrairement à la méïose normale il correspond à un déroulement et une perte de chromaticité des chromosomes (Mac Intosh, 1954; Zuk et Swietlinska, 1965; Westergaard et von Wettstein, 1966; Zickler, 1967).

Source : MNHN, Paris

Les auteurs ne sont pas d'accord sur le comportement du nucléole. Selon Mac Intosh il passe dans le cytoplasme. Selon Zuk et Swietlinska il atteint son volume maximum et reste enfermé dans la membrane nucléaire. Selon Zickler le nucléole se subdivise en deux sous-unités.

δ) stade diplotène. — Il est précédé semble-t-il d'un « stade de *désintégration* » observé chez le *Neotiella rutilans* par Westergaard (1964) et confirmé par Zickler (1967) chez l'*Ascobolus immersus*. Le noyau est alors rempli d'une masse chromatique finement fibreuse qui se désorganise progressivement. Des formations chromatiques sont distinctes. Le nucléole est net.

Puis au stade diplotène proprement dit la *chromatine se réorganise*, l'aspect est alors celui d'un stade pachytène normal mais avec des chromosomes toujours étirés et de nombreux chiasmas. Ce stade a été observé chez l'*Ascobolus immersus* (Zickler, 1967; Zuk et Swietlinska, 1965), chez le *Neotiella rutilans* (Westergaard et coll., 1966) et probablement aussi chez le *Pyronema confluens* (Mac Intosh, 1954).

ε) stade diacinèse. — Il est signalé comme étant d'une grande netteté par tous les auteurs. Le noyau a son volume maximal et les bivalents sont bien dispersés. C'est le stade qui permet les dénombrements chromosomiques les plus sûrs. Le nucléole est présent.

b) Métaphase I. — Ce stade paraît bref. Il est rarement mentionné par les auteurs. Selon Zuk et Swietlinska (1965), chez l'*Ascobolus immersus*, le fuseau est intranucléaire, parallèle au grand axe de l'asque ou un peu oblique. Ni centrosome, ni formations harpériennes ne sont mentionnés (cf. Heim, 1952).

c) Anaphase I. — Il n'y a pas toujours de synchronisme lors de l'ascension des chromosomes (cf. Heim, 1952; Zickler, 1967).

d) Télophase I. — Les chromosomes se rassemblent en deux croissants chromatiques entourant une cavité claire. En fait cette dernière renferme une partie des chromosomes, despiralisée et ayant perdu sa chromaticité (stade du croissant de P. Heim, 1952). Ce stade a été plus ou moins nettement retrouvé, au microscope électronique, chez un *Dasyscyphus* (Moore et Mac Alear, 1962). Peu d'auteurs mentionnent la télophase I.

Source : MNHN, Paris

C'est généralement à ce stade, mais pas toujours, que disparaît le nucléole. Cet effacement n'a pas été étudié, non plus que celui de la membrane nucléaire. Chez *Dasyscyphus* sp., MOORE et MAC ALEAR (1962) interprètent certaines figures peu claires comme des stades de reconstitution des membranes nucléaires et du nucléole.

4° LA SECONDE DIVISION NUCLÉAIRE

a) Il semble que l'INTERPHASE I et la PROPHASE II soient virtuelles selon la majorité des auteurs. Mais l'unanimité n'est pas faite. L'interphase I est mentionnée par ZUK et coll. (1965), qui parlent d'élongation des chromosomes, et par WOOD (1953). La *prophase II* est indiquée par P. HEIM (1952) et par ZUK et coll. (1965) qui précisent que les chromosomes se contractent.

b) MÉTAPHASE II. — On y distingue des chromosomes courts (ZUK et coll., 1965) dont il est difficile de voir s'ils sont dédoublés ou non (MAC INTOSH, 1954).

c) ANAPHASE II. — Elle est bien représentée. Les fuseaux sont généralement allongés (MAC INTOSH, 1954), souvent obliques, et perpendiculaires à l'axe de l'asque (ZUK et coll., 1965). Le nucléole disparaît.

d) TÉLOPHASE II. — Les auteurs n'en font généralement pas mention. En principe le nucléole s'y reconstitue (MAC INTOSH, 1954). Chez un *Dasyscyphus* (MOORE et MAC ALEAR, 1962) la membrane nucléaire est presque complète alors que les noyaux ne sont pas encore séparés.

5° LA TROISIÈME DIVISION NUCLÉAIRE

Les auteurs qui admettaient une caryogamie dans les ascogones avaient cru observer une seconde méïose, la brachyméïose, lors de cette troisième division. Elle aurait d'ailleurs été nécessaire pour ramener le nombre des chromosomes de 4 n, dans le noyau de fusion, à n, dans les noyaux sporaux. Mais on a déjà vu que la caryogamie n'existe pas dans les ascogones, et il est établi sans ambiguïté, depuis 1950 environ, qu'il n'y a pas de brachyméïose dans l'asque (OLIVE, 1949, 1950; HIRSCH, 1950; WOOD, 1953).

Source : MNHN, Paris

a) L'INTERPHASE II, la PROPHASE III et la MÉTAPHASE III ne sont pratiquement jamais signalées par les auteurs. Seul ZUK et coll. (1965) en font mention.

b) ANAPHASE III et TÉLOPHASE III.

Selon P. HEIM (1952) il n'apparaît ni centrosome, ni formations harpériennes. Mac INTOSH (1954) n'en signale pas non plus chez le *Pyronema omphalodes*.

Par contre, un « centrosome » en croissant et des formations harpériennes sont présents chez l'*Ascobolus immersus* (ZUK et coll., 1965; DELAY, 1966). Ils ont été étudiés au microscope électronique par SCHRANTZ (1967) chez le *Pustularia cupularis*. Chez cette espèce, depuis le noyau vers l'extérieur, on rencontre: α) une couche d'éléments orientés radialement épaisse de 300 Å; β) un « *disque central* » ou « pseudo-centrosome » qui n'est pas un centrosome car ce n'est pas un tube dont la paroi est formée de neuf baguettes; γ) des *rayons astériens*, dirigés vers l'extérieur puis se rabattant vers le noyau; probablement tubuleux, ils sont garnis extérieurement de granulations, plus ou moins nettement disposées selon des anneaux, et très serrées sur la base des tubules où elles constituent une couche de vésicules osmiophiles.

Les modalités de la télophase III paraissent donc susceptibles de varier selon les espèces et cela de façon sans doute notable. Chez le *Schizoxylon Berkeleyanum* (BELLEMÈRE, 1960) les filaments chromatiques s'allongent sur toute la longueur de l'asque avant la différenciation des ascospores.

Un chromosome, ou un granule chromatique, semble participer en général à l'organisation du nucléole (cf. WOOD, 1953; ZICKLER, 1967). La constitution et le cycle du nucléole sont mal connus et n'ont pas fait l'objet de travaux récents. On considère (cf. HEIM, 1952; WOOD, 1953) qu'il passe dans le cytoplasme au cours de chaque division mais pas nécessairement avant la métaphase. La taille du nucléole diminue progressivement au cours des divisions (ZUK et coll., 1965) et chez l'*Ascobolus immersus* passe de 4-7 μ à 1,5-2 μ.

De même aucune donnée récente n'a été apportée à l'étude des transformations de la membrane nucléaire.

Source : MNHN, Paris

En conclusion :

— Malgré de très nombreux travaux en microscopie ordinaire et un certain nombre de données en microscopie électronique les documents relatifs aux divisions nucléaires de l'asque sont encore insuffisants et ne concernent qu'un nombre trop réduit de genres et d'espèces.

— Des contradictions continuent à persister (stade leptotène de la méïose I, interphases, télophase III).

— Malgré les résultats obtenus en microscopie électronique de nombreux points restent obscurs (constitution et cycle nucléolaires, transformation de la paroi nucléaire, origine du fuseau de division, caractères des parois de l'asque, édification de l'appareil apical).

— Plusieurs faits nouveaux d'un grand intérêt ont été mis en évidence par les techniques récentes :

— il n'y a qu'un « pseudo-centrosome » ;

— les rayons « astériens » n'ont pas de rôle directeur dans l'individualisation des ascospores;

— des échanges très importants sont probables entre le noyau et la partie externe de l'asque et cela au cours des divisions et avec l'active intervention du réticulum endoplasmique (CARROLL) ;

— la méïose présente des particularités bien mises en évidence par WESTERGAARD. Dans cette méïose, qu'il qualifie de « type *Neurospora* », la replication du DNA a lieu *avant la caryogamie*, les chromosomes sont d'emblée très contractés et vite appariés. La caryogamie ne semble donc pas déclencher la méïose de « type *Neurospora* ». Pour WESTERGAARD elle n'est qu'une phase préliminaire, très particulière, de celle-ci.

VI. — LE CYTOPLASME DE L'ASQUE AU COURS DES DIVISIONS NUCLÉAIRES

Le cytoplasme des asques est dense et contient de nombreux éléments figurés.

1. Mitochondries. Leur nombre augmente au cours des divisions nucléaires. Selon DELAY (1966) elles sont de formes diverses : ovoïdes, en bâtonnet, en haltère. Des formes plus

Source : MNHN, Paris

complexes correspondent sans doute à des fissurations de mitochondries. Elles ont une double membrane, des crêtes peu nombreuses et courtes avec des aires claires dans la matrix (D.N.A.?).

Chez l'*Ascobolus immersus*, ZUK et coll. (1965) ont observé en microscopie ordinaire, et avant la méïose, des corps colorables à l'hématoxyline et à l'aurantia, qui, contrairement aux mitochondries, ne sont pas détruits par l'alcool acétique.

2. Réticulum endoplasmique.

α — C'est un réseau formé de saccules dont le diamètre est de l'ordre de 20 à 75 mμ (*Ascodesmis*, MOORE, 1963) et qui sont parfois très allongés (*Ascobolus*, DELAY, 1966). Il paraît, au moins dans certains cas, assurer la continuité entre le noyau, la paroi ascale et les jeunes ascospores (MOORE et MAC ALEAR, 1961, 1963; MOORE, 1963).

β — Chez le *Neotiella rutilans*, WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966) ont observé de nombreux ribosomes dans le jeune asque en croissance. Il n'en a pas été signalé dans les autres cas.

γ — Chez le *Saccobolus kerverni*, CARROLL (1967) signale un comportement très particulier d'éléments du réticulum endoplasmique. Au début de la première division nucléaire, en divers points proches du noyau, un ou deux saccules du réticulum se condensent, puis s'accollent à la membrane nucléaire. A leur contact celle-ci s'évagine en un bourgeon de 0,2 à 0,7 μ sur lequel s'appliquent les saccules. Il se forme ainsi un certain nombre d'ampoules (bleb) qui s'isolent du noyau. Leur paroi est constituée de 4 membranes, plus denses aux électrons que celles du réticulum. Leur contenu est assez clair. Ces ampoules migrent vers la périphérie du cytoplasme et vont se disposer en une couche parallèle à la paroi de l'asque. Elles confluent ensuite latéralement en formant un court cylindre ouvert à chaque extrémité et dont la paroi est constituée par 4 membranes. Ce cylindre s'allonge vers le haut et vers le bas. A ce moment se produit la mitose dans l'asque. Ensuite les deux parois internes du cylindre s'invaginent pour former la paroi des ascospores. Les autres constituent la paroi du sac épiplasmique.

δ — Les vacuoles prennent de l'importance quand les spores vont se différencier. Leur forme est variable. Quelquefois elles

Source : MNHN, Paris

présentent des expansions filiformes, analogues aux saccules aplatis du réticulum et terminés par des prolongements ovoïdes (DELAY, 1966).

3. Des corps de Golgi (dictyosomes) semblent avoir été observés chez l'*Ascobolus immersus* où ils sont d'ailleurs rares. Ce sont des empilements de doubles membranes terminés par des vésicules. Leur rôle sécréteur ne paraît pas clairement établi. Des vésicules isolées, peut-être d'origine golgienne, sont fréquentes (C. DELAY, 1966).

4. C'est également chez *Ascobolus immersus* que des éléments de taille variable plus ou moins globuleux et limités par une paroi simple ont été observés (C. DELAY, 1966). Ils peuvent inclure une mitochondrie et contiennent peut-être des phosphatases acides.

Des amas de corpuscules granuleux (∅ 60-80 mμ) de taille irrégulière et très opaques aux électrons ont été rencontrés de façon inconstante. Il s'agit peut-être de polysaccharides ou de glycogène, parfois détruits par la fixation (DELAY, 1966).

La formation du glycogène dans l'épiplasme vient d'être étudiée par J. P. SCHRANTZ, au microscope électronique chez le *Galactinia plebeia* (*inédit*). Comme dans les cellules animales il apparaît sous la forme de grains très petits, groupés en rosette. Celles-ci se forment d'abord dans la zone périphérique de l'épiplasme, entre le plasmalemme et le réseau endoplasmique.

5. L'appareil apical paraît se différencier au cours des divisions nucléaires de l'asque (cf. BELLEMÈRE, 1960), mais sa formation n'a pas été spécialement étudiée, non plus que les modifications des parois des asques pendant la durée des divisions. Les données concernant la paroi ascale seront rassemblées après l'étude de la formation des ascospores.

VII. — LA FORMATION DES ASCOSPORES

Au cours de ces dernières années les études essentielles ont été celles de MOORE et MAC ALEAR (1962) sur un *Dasyscyphus* sp., de MOORE (1963) sur l'*Ascodesmis sphaerospora*, de SCHRANTZ (1966) sur le *Pustularia cupularis*, de DELAY (1966) sur l'*Ascobolus immersus*, de CARROLL (1966, 1967) sur l'*Ascodesmis sphaerospora* et le *Saccobolus kerverni*, de REEVES (1966, 1967) sur le

Source : MNHN, Paris

Pyronema domesticum et de RUDOLPH et GIESY (1966) sur le Discolichen *Physcia aipolia* (1). En dehors des Discomycètes nous mentionnerons les travaux de WILSENACH et KESSEL (1965) sur le *Penicillium vermiculatum*, de MOORE (1965) sur le *Cordyceps militaris* et de BESSON (1966) sur les Levures (2).

A — L'ASQUE ET LES ASCOSPORES DES LEVURES

Selon M. BESSON (1966), dans le cas le plus simple, les ascospores ont une paroi tout à fait semblable à celle de l'asque lui-même, c'est-à-dire composée de deux tuniques, l'une externe, mince et opaque aux électrons, l'autre interne, épaisse et transparente (*Fabospora*, *Pichia* à spores rondes, *Saccharomyces*, etc...). Si l'on adopte la nomenclature admise par Mme PERREAU (1967) pour les tuniques sporales des basidiospores, il semble que la tunique interne soit une épispore et la tunique externe une ectospore.

Dans les cas plus complexes, entre ces deux tuniques se forme une couche intercalaire, souvent ornementée, qui peut être une exospore, et sur la face interne de l'épispore une tunique supplémentaire mince, qui est une endospore. L'exospore est seule présente chez les *Pichia*, à spores en chapeau, et les *Schwanniomyces;* il y a à la fois une exospore et une endospore chez l'*Hansenula californica;* chez l'*Endomycopsis capsularis* l'exospore est séparée de l'ectospore par une couche spéciale, qui peut être une périspore.

On arrive ainsi à une paroi sporale comportant, comme celle des basidiospores, cinq tuniques : l'endospore, l'épispore, l'exospore, la périspore et l'ectospore, sans que cela implique d'ailleurs un mode de formation identique à celui des spores des basides.

B — L'ASQUE ET LES ASCOSPORES DES DISCOMYCÈTES ET DES AUTRES ASCOMYCÈTES « TYPIQUES »

On sait depuis longtemps que chez ces Champignons, contrairement au cas des Levures, le cytoplasme de l'asque n'est pas

(1) D'autres travaux ont porté sur le genre *Ascodesmis* (BRACKER et WILLIAMS, 1966), sur *Pleurage anserina* (BECKETT, 1966) et sur le genre *Tuber* (CERUTI et coll., 1964).

(2) A propos des Levures, il faut mentionner les travaux de HASHIMOTO et GERHARDT (1959), HASHIMOTO et coll. (1960), CONTI et NAYLOR (1960), MARQUARDT (1963) et tout récemment de BANDONI et coll. (1967).

Source : MNHN, Paris

entièrement utilisé pour la formation des ascospores. Autour de chacun des noyaux sporaux se délimite une masse de *sporoplasme*, qui, avec le noyau, constitue une ascospore; le reste du cytoplasme devient l'*épiplasme*, dans lequel les jeunes spores sont enrobées, et qui les nourrit. Il y a ainsi une « sporulation intracytoplasmique », phénomène exceptionnel dans le monde vivant, mais dont cependant existe au moins un autre exemple : la formation des spores endogènes ou « endodyocytes » du Protozoaire *Sarcocystis tenella*, récemment étudiée en détail par J. Senaud (1967).

Cette sporulation intra-cytoplasmique présente d'intéressantes variantes, dont certaines sont connues depuis longtemps. Ainsi le nombre des spores est réduit à quatre mais pourvues chacune de deux noyaux, chez les espèces « tétraspermes »; il est au contraire supérieur à quatre, parce que la troisième mitose est suivie d'une ou plusieurs autres, chez les espèces « polyspermes »; d'autres fois, il y a avortement d'une partie des noyaux sporaux (ou des ébauches des spores); chez les Morchellacées, M. Chadefaud (1949) a décrit un avortement total d'une partie des asques, en relation avec une désorganisation du noyau de fusion; etc. Plus récemment Zuk et coll. (1965) ont signalé des anomalies lors de la formation des ascospores chez *Ascobolus immersus*. Parfois une seule spore subsiste et les autres dégénèrent. Parfois des mitoses additionnelles conduisent à la formation de 11 à 15 spores dans un même asque. Il arrive aussi qu'une même paroi ascosporale entoure deux noyaux.

1° LA DÉLIMITATION DES ASCOSPORES

Pendant longtemps on a admis que la délimitation du sporoplasme autour des noyaux sporaux s'effectuait par le mécanisme décrit autrefois par Harper, ou par des mécanismes analogues, qui tous font intervenir les fibres d'un aster, centré sur un centrosome, lui-même relié à l'un des pôles du noyau. Mais Mme P. Heim (1952) a montré que le schéma de Harper et les schémas analogues ne correspondent pas à la réalité, et, depuis lors, les observations en microscopie électronique, par exemple celles de Schrantz (1966), ont confirmé ses conclusions. En général, l'aster invoqué par Harper n'existe pas. Quand il existe (*Pustularia cupularis*, Schrantz, 1967) il est centré sur un corpuscule discoïde qui, comme on l'a vu plus haut, n'a pas

Source : MNHN, Paris

la structure d'un centrosome, et ses rayons ne participent pas à la formation de la paroi sporale; ils se rabattent autour du noyau et se trouvent ainsi inclus dans le sporoplasme; la plupart d'entre eux, mais non pas tous, sont alors dans la zone périphérique de celui-ci, mais cependant indépendants de la paroi sporale en formation.

Dans l'ensemble, les observations au microscope électronique montrent que se forme d'abord, autour du sporoplasme entourant chaque noyau sporal, une *enveloppe préparatoire*, ou *enveloppe primordiale*, composée de deux très minces *feuillets*, séparés par un espace extrêmement réduit. Ensuite ces deux feuillets s'écartent et, au fur et à mesure, apparaissent entre eux, successivement et en ordre centrifuge, une *tunique primaire* qui est probablement comparable à l'*épispore* des Basidiomycètes, une *tunique secondaire* qui doit donc être une *exospore*, enfin une *périspore*, autour de laquelle le feuillet externe devient le sac périsporal ou ectospore. La formation possible d'une *endospore* entre l'épispore et le sporoplasme sera envisagée plus loin (1).

2° L'ENVELOPPE PRIMORDIALE

Le mode de formation et la nature exacte des *feuillets* de l'*enveloppe primordiale* sont encore très insuffisamment connus.

Les observations en microscopie ordinaire indiquent que cette enveloppe apparaît sous la forme d'une calotte, qui coiffe le sporoplasme en voie de différenciation et qui, ensuite, s'accroissant par ses bords, l'entoure complètement. Sous cette calotte, le noyau est piriforme; son extrémité pointue est dirigée vers le sommet de la calotte. Les photographies électroniques, notamment celles de Schrantz (1966, *Pustularia cupularis*), confirment ce résultat, mais montrent en outre que, contrairement à ce qu'on avait cru voir, le sommet aigu du noyau piriforme n'est pas relié à celui de la calotte. Chez le *Pustularia catinus* il y a, sous ce dernier, entre les deux feuillets de la calotte, une formation irrégulièrement globuleuse, opaque aux électrons, formée de lamelles concentriques; elle est peut-être d'origine endosplasmique, mais cela n'est pas certain.

(1) Cette terminologie n'est pas celle généralement admise. Les auteurs donnent généralement le nom d'endospore à ce qui est appelé ici l'épispore, et celui d'épispore à ce qu'on doit plutôt qualifier d'exospore.

Source : MNHN, Paris

Chez les *Ceratocystis*, selon ANDRUS et HARTER (1937), ainsi que chez la Pezize *Mniaecia jungermanniae*, selon M. CHADEFAUD (1943 et 1960), l'enveloppe primordiale entoure d'abord, non pas chaque noyau sporal individuellement, mais les huit noyaux sporaux et la totalité du sporoplasme (autour duquel ANDRUS et HARTER l'avaient prise, à tort, pour la paroi ascale). Ensuite la masse sporoplasmique à huit noyaux ainsi formée se subdivise en huit masses uninucléées, qui sont les huit ascospores. Au microscope électronique CARROLL (1966) a observé un comportement analogue chez le *Saccobolus kerverni*. Là aussi l'enveloppe à deux feuillets délimite d'abord une masse unique, à huit noyaux, puis entre ceux-ci, comme d'ailleurs chez les *Ceratocystis*, selon les dessins d'ANDRUS et HARTER, elle s'invagine, ce qui subdivise la masse unique en huit jeunes ascospores. Mais de plus, chez cette espèce : 1. l'enveloppe primordiale apparaît sous la forme d'un tube cylindrique, qui s'organise sous la paroi de l'asque, puis se ferme aux deux bouts; 2. quand les jeunes spores ont produit leur tunique primaire (= épispore) sur leur côté interne, le feuillet externe de l'enveloppe primordiale disparaît; il subsiste au contraire sur leur côté externe, et ensuite les parties qui, ainsi, échappent à la résorption se réunissent, pour former un sac ectosporique commun aux huit spores. Ce sac contient à la fois celles-ci et une partie de l'épiplasme. Il s'y forme une tunique secondaire mucilagineuse (qui dans ce cas est une périspore directement en contact avec l'épispore, et non une exospore) également commune aux huit spores, lesquelles se trouvent ainsi incluses dans le « spore ball » caractéristique du genre *Saccobolus*.

Quant à la nature des feuillets de l'enveloppe primordiale, C. DELAY (1966, *Ascobolus immersus*) pense qu'il s'agit de plasmalemmes appartenant l'une à l'épiplasme, l'autre au sporoplasme. Sur le feuillet externe viennent s'appliquer des éléments du réseau endoplasmique de l'épiplasme, qui ensuite s'unissent à ce feuillet, puis se redressent perpendiculairement à sa surface, se ramifient, et finalement engendrent (du moins probablement) un système de petites vacuoles. Le sac périsporal et son contenu mucilagineux s'insinuent entre celles-ci, sur lesquelles ils se moulent. Mais les autres auteurs ont admis des idées différentes, et ils pensent en général que le réseau endosplasmique joue un rôle plus considérable dans la formation de l'enveloppe primordiale. Ainsi : — 1. Selon SCHRANTZ (1966, *Pustularia*) les

Source : MNHN, Paris

éléments de ce réseau doivent au moins participer à cette formation; — 2. Selon WILSENACH et KESSEL (1965, *Penicillium vermiculatum*) et MOORE (1965, *Cordyceps*) les deux feuillets de l'enveloppe primordiale dérivent d'éléments du réseau endoplasmique; — 3. Selon CARROLL (1966, *Saccobolus* et *Ascodesmis*) les noyaux de l'asque bourgeonnent des ampoules, que viennent envelopper des éléments endoplasmiques, et qui de ce fait ont une enveloppe à quatre feuillets, deux dérivés de ceux de la membrane nucléaire, les deux autres des saccules endoplasmiques; ensuite ces ampoules se détachent, puis s'unissent entre elles (et sans doute aussi à d'autres saccules endoplasmiques?) pour former les deux feuillets de l'enveloppe primordiale, que MOORE et l'auteur appellent l'un la « membrane plasmatique » (feuillet interne, servant de plasmalemme au sporoplasme), l'autre l'« investing membrane » (feuillet externe). De plus le feuillet interne se charge de « lomasomes », formations contenant des tubules, peut-être eux aussi d'origine endoplasmique. Au total, on ne peut cependant pas dire que le problème de l'origine de l'enveloppe primordiale soit complètement résolu. On n'est même pas encore certain que ses feuillets soient tous deux de même nature, et qu'il ne faille pas admettre, avec MOORE (1963, *Ascodesmis*) que l'interne est cytoplasmique et l'autre d'origine inconnue (?).

3° LES TUNIQUES DE LA PAROI DES ASCOSPORES

D'après ce qui a été dit plus haut, la *paroi sporale* proprement dite, qui ensuite remplace l'enveloppe primordiale, se compose fondamentalement de quatre tuniques, dont les noms corrects (par comparaison avec les basidiospores) seraient sans doute : *épispore*, *exospore*, *périspore* et *ectospore*. Ce nombre est porté à cinq s'il se forme en outre une endospore sur la face interne de l'épispore. Mais en fait les choses peuvent être plus complexes : — 1. la paroi sporale comporte au moins six couches successives chez le *Cordyceps militaris* (MOORE, 1965) ; — 2. chez les Discomycètes Mme LE GAL (1947) y reconnaît une endospore, une épispore, une exospore souvent très mince, qu'elle nomme « assise sous-périsporique », une pellicule membranaire, enfin la périspore (qui peut faire défaut) et son feuillet membranaire externe (= l'ectospore, pas toujours distincte) ; — 3. chez les

Source : MNHN, Paris

Lichens du genre *Peltigera* on arrive à une paroi sporale très épaisse, extrêmement compliquée.

a) L'ÉPISPORE (= tunique primaire selon MOORE et CARROLL). C'est la tunique sporale fondamentale probablement élaborée par la jeune ascospore elle-même, ou peut-être par son noyau (G. CARROLL, 1967, *Saccobolus kerverni*). En microscopie électronique, elle est transparente aux électrons. D'abord homogène, elle peut ensuite devenir fibrilleuse, ou se stratifier en s'épaississant. Ainsi chez l'*Ascodesmis sphaerospora*, selon les photos de CARROLL, elle se subdivise en cinq couches (= une mince couche interne granuleuse, une seconde couche mal délimitée, une couche moyenne épaisse et claire, une couche striée radialement et une couche externe sombre). Elle comporterait même six couches selon MOORE (1963).

Chez les espèces à spores cloisonnées (spores bicellulaires du *Physcia aipolia* selon RUDOLPH et GIESY, spores septées tranversalement des *Aglaospora*, d'après leur étude en microscopie ordinaire) les *cloisons intercellulaires* sont en continuité avec l'épispore, comme celles du mycélium le sont avec les loculas des cellules, et le mécanisme de leur formation paraît être le même. Cela indique (selon M. CHADEFAUD, 1969) que l'épispore est la *locula* de l'ascospore. Une fois formée, chaque cloison se présente comme si elle était constituée par un repli annulaire de cette tunique, contenant une très mince lame interloculaire et entourant un pore central (qui ensuite peut disparaître).

Autour de chacune des cellules de la spore se produit, chez diverses espèces, par exemple les *Physcia*, les *Aglaospora*, etc..., un fort épaississement de l'épispore, accompagné d'une stratification plus ou moins complexe de sa substance. Par le jeu de celle-ci, sa partie externe se différencie pour donner l'équivalent de ce qui, dans les filaments de nombreuses Algues, constitue les cupules interloculaires, intercalées entre la lame interloculaire et les extrémités des loculas que cette lame sépare. Dès lors la paroi sporale comporte une *ectospore* très mince, une périspore mucilagineuse, une *exospore*, une formation interloculaire et les loculas des cellules. La formation interloculaire ne se borne pas à séparer ces loculas; elle double aussi l'exospore, de sorte qu'on pourrait y voir une exospore interne. Les loculas, dérivées de la partie interne de l'épispore, pourraient être qualifiées d'*endospores*, ce qui serait d'ailleurs à discuter. Chez les *Pleospora*,

Source : MNHN, Paris

l'appareil interloculaire se retrouve aussi, mais il est moins développé (cf. M. CHADEFAUD, 1969).

Quoi qu'il en soit de l'épispore, lors de la germination, chez le *Physcia*, c'est d'elle seule que dérive la paroi primaire du tube germinatif.

b) L'EXOSPORE. Bien plus mince que l'épispore, elle est opaque aux électrons, et assez souvent ornementée, du moins chez les Discomycètes Operculés. Elle semble être sécrétée par le sporoplasme, à travers l'épispore, mais il demeure à son sujet bien des incertitudes.

D'abord, *elle n'est pas toujours présente*. On a vu plus haut que chez les *Saccobolus*, selon G. CARROLL, l'épispore (tunique primaire) est directement en contact avec une épaisse périspore mucilagineuse (qualifiée de tunique secondaire) commune aux huit ascospores (spore ball).

D'autre part elle est peut-être *structurée*. C. DELAY la décrit (sous le nom d'épispore) comme lamelleuse chez l'*Ascobolus immersus*, tandis que selon RUDOLPH et GIESY elle est striée radialement chez le *Physcia aipolia*, ses stries pouvant être de fins canalicules qui la traversent. Mais on peut se demander si la couche ainsi décrite par ces auteurs n'est pas en réalité formée par la strate externe de l'épispore, autour de laquelle une véritable exospore ferait défaut. On a vu en effet que chez l'*Ascodesmis sphaerospora* la zone externe de l'épispore contient une strate striée radialement.

Dans le cas des spores cloisonnées, selon M. CHADEFAUD (1969), l'exospore se réduit, à l'état adulte, à une assez mince lame pigmentée, que double intérieurement la partie périphérique de la formation interloculaire, elle aussi pigmentée. De cette formation partent les lamelles qui séparent les loculas (= endospores) des cellules.

Enfin l'*ornementation sporale*, fréquente seulement chez les Discomycètes Operculés, n'a pas encore fait l'objet de recherches suffisantes au microscope électronique. En microscopie ordinaire Mme LE GAL (1963) précise qu'elle dépend bien de l'assise sous-périsporique, c'est-à-dire de ce qui est appelé l'exospore dans le présent article. Antérieurement (1947) elle l'avait vue prendre naissance sous l'exospore, qu'elle soulève ou transperce selon les espèces, mais cela demanderait confirmation. Egalement selon les espèces, elle est ou non calloso-pectique. Selon MOORE

Source : MNHN, Paris

(1963, *Ascodesmis sphaerospora*) elle est engendrée par le réseau endoplasmique de l'asque, dont une partie des saccules viennent se fixer à la paroi sporale (ainsi que l'a vu également C. DELAY chez l'*Ascobolus immersus*), mais il faut bien penser que ces saccules demeurent sans doute séparés de l'exospore par l'ecto et la périspore.

c) LA PÉRISPORE ET L'ECTOSPORE. La *périspore*, et surtout l'*ectospore*, qui l'entoure, peuvent représenter la *vagina* de l'ascospore. Celle-ci serait alors constituée comme celle des asques, ou exoascus, c'est-à-dire formée d'une cuticule (= l'ectospore) et d'une couche sous-cuticulaire (= la périspore), strates qui sont particulièrement distinctes dans l'exoascus de certains *Pleospora* (M. CHADEFAUD, 1969). Mais il demeure encore en réalité bien des incertitudes au sujet de la *périspore*.

On sait que celle-ci est en principe mucilagineuse, et que chez nombre d'espèces, se gonflant par absorption d'eau, elle devient très épaisse. Elle peut aussi être stratifiée : sa stratification (quatre strates mucilagineuses assez mal délimitées, alternativement claires et plus sombres) se voit bien sur l'une des photographies électroniques de C. DELAY (*Ascobolus immersus, a*, pl. XIV).

D'autre part, selon Mme LE GAL, on voit en microscopie ordinaire, dans le mucilage périsporal, une *pellicule membranaire* qui serait, selon les espèces, tantôt formée avant les ornements de la spore, tantôt une coque (calloso-pectique), apparaissant en même temps que ceux-ci, qui la traversent. Mais jusqu'ici les photographies électroniques ne montrent guère cette pellicule. Pourtant, sur l'un de celles de C. DELAY (*Asc. immersus, c*, pl. III), l'exospore sombre aux électrons (que l'auteur nomme épispore) est séparée du mucilage périsporal (dont la strate interne se charge d'un pigment) par une étroite zone claire, qui est peut-être (?) la pellicule en question.

Enfin chez divers Discomycètes on voit en microscopie ordinaire, dans le mucilage périsporal, ce que M. CHADEFAUD (1960, fig. 358) appelle *des corps parasporaux*. Déjà signalés chez les Helvelles par G. DITTRICH (1898), qui les qualifiait (à tort) de nucléoles, ce sont des disques ou des ménisques fixés à l'exospore (ou à l'épispore, si l'exospore fait défaut), ou des globules pareillement fixés, ou libres dans la périspore. Divers auteurs (M. CHADEFAUD, 1938 et 1940; Mme LE GAL, 1947) ont attribué

Source : MNHN, Paris

à ces globules, quand ils existent, un rôle dans la formation des ornements sporaux. Selon Mme Le Gal il s'agirait chez certaines espèces de vacuoles enrobées dans la périspore : une photographie électronique de C. Delay (pl. XX) montre bien le mécanisme de cet enrobement, au cours duquel le mucilage périsporal demeure séparé du tonoplasme endoplasmique des vacuoles par l'exospore. Mais chez d'autres espèces, par exemple le *Peziza bicucullata* et le *Melastiza Chateri*, les globules parasporaux sont des excrétions de la spore, à travers l'épi et l'exospore. Dans tous les cas, les ornements en voie de formation viennent se modeler sur ces globules, qui contribuent ainsi à leur donner leur forme, et qui, ensuite, ou bien sont incorporés aux formations ornementales, ou bien sont résorbés.

Quant à la formation du *mucilage périsporal* lui-même, son mécanisme n'est pas clair. On vient de voir qu'il peut contenir des vacuoles. Certains auteurs en ont déduit qu'il se forme aux dépens de l'épiplasme entourant les jeunes spores, mais en réalité il semble qu'il se borne à enrober et s'intégrer des éléments de cet épiplasme, et cela chez certaines espèces seulement. C'est évidemment le cas chez l'*Ascobolus immersus*, selon la photographie électronique de C. Delay (pl. XX), déjà citée : on a vu que chez cette espèce les ébauches sporales sont enveloppées d'éléments du réseau endoplasmique, d'où paraissent dériver les petites vacuoles ensuite enrobées par la périspore, et qu'au cours de leur enrobement celles-ci demeurent séparées de la gelée périsporale par leur paroi endoplasmique et par l'ectospore. Chez le *Saccobolus kerverni*, selon G. Carroll, nous avons dit plus haut que le sac ectosporique commun aux huit ascospores contient, du fait de son mode de formation, à la fois celles-ci et une partie de l'épiplasme. Ensuite le mucilage périsporal y apparaît, et cela d'abord aux points de contact entre les spores, peut-être parce qu'il est sécrété par celles-ci. En se développant il enrobe et fait disparaître les éléments épiplasmiques. En définitive, il est assez probable que la périspore mucilagineuse est élaborée par la spore elle-même, ou peut-être par son noyau (G. Carroll, 1967).

d) La pigmentation des parois sporales. Elle n'a pas été étudiée en microscopie électronique. Quand elle existe, elle imprègne les tuniques sporales elles-mêmes. Chez les Discomycètes Operculés elle fait défaut, mais les ascospores des

Source : MNHN, Paris

Ascobolus et *Saccobolus* se recouvrent d'un dépôt pigmentaire, d'origine sans doute vacuolaire. Ce dépôt a fait l'objet de descriptions de M. CHADEFAUD (1942), de Mme LE GAL (1942, 1947, 1963) et de G. MALENÇON (1962, 1963), et de controverses entre ces auteurs. C. DELAY (1966) a observé ce pigment en microscopie électronique mais n'a pu préciser son mode de formation.

VIII. — LES CARACTÈRES CYTOLOGIQUES DES ASCOSPORES ET DE L'ÉPIPLASME

1° LE SPOROPLASME ET LE NOYAU DANS LES ÉBAUCHES ASCOSPORALES

Dans les très jeunes ascospores de l'*Ascobolus immersus*, selon C. DELAY (1966), le *sporoplasme* est moins dense autour du noyau. Il contient de nombreux ribosomes, mais peu d'organelles (mitochondries, réticulum endoplasmique et vacuoles). Chez le *Dasyscyphus* étudié par MOORE et MAC ALEAR (1962) le réticulum assure une continuité entre la membrane nucléaire et le feuillet interne de l'enveloppe primordiale.

Le noyau des jeunes ascospores peut se diviser avant l'achèvement de la paroi sporale (P. HEIM, 1952). Chez l'*Ascobolus immersus* (C. DELAY, 1966) il possède un volumineux nucléole excentrique, à contour mal défini. Son contenu est granulo-fibrilleux. Sa double paroi, en relation avec le réticulum endoplasmique, est pourvue de pores de 60 mμ de diamètre.

2° LE SPOROPLASME ET LE NOYAU PENDANT LA MATURATION DES ASCOSPORES

Dans le sporoplasme des ascospores de l'*Ascobolus immersus*, C. DELAY (1966), en microscopie électronique, constate, à ce stade, les modifications suivantes :

a — le nombre des RIBOSOMES s'accroît;

b — les MITOCHONDRIES ont des crêtes plus nombreuses et plus allongées. Les formes complexes sont rares;

Source : MNHN, Paris

c — le RÉTICULUM ENDOPLASMIQUE assure la continuité entre la membrane nucléaire et la membrane plasmique de l'ascospore. Il est agranulaire. Ses saccules sont parfois empilés par 2 ou 3 et pourvus de petites vésicules, évoquant ainsi un appareil de Golgi;

d — les VACUOLES, d'abord toujours présentes (observations inédites de Mlle CHATARD sur 22 espèces), sont ensuite peu nombreuses, et parfois disparaissent;

e — des INCLUSIONS OPAQUES se forment. Pourvues d'une enveloppe unique, en continuité avec le réticulum endoplasmique, elles sont sans doute lipidiques.

3° LE CONTENU DES ASCOSPORES MURES

a — Les ascospores mûres des Inoperculés sont généralement uninucléées (BERTHET, 1963, 1964); elles sont rarement plurinucléées (*Sclerotinia tuberosa :* 2 à 6 noyaux; *Ciboria batschiana :* 1 à 2 noyaux; *Bulgaria inquinans :* 1 ou 2 noyaux). Chez les Operculés elles peuvent être plurinucléées (Helvellacées, Sarcoscyphacées, Morchellacées) mais il existe des familles à ascospores généralement uninucléées (Humariacées, Aleuriacées, Ascobolacées).

b — Le NOYAU de l'ascospore est généralement volumineux. Il rappelle le noyau de fusion de l'asque (MOORE, 1963; DELAY, 1966), avec un gros nucléole. Quand la spore devient plus âgée il se réduit et se rapproche de la paroi.

c — Le SPOROPLASME est assez analogue à l'épiplasme des asques jeunes. MOORE et MAC ALEAR (1961) n'y ont pas vu de lomasomes. Il contient des réserves nutritives, qui seront utilisées lors de la germination : il s'agit généralement de globules lipidiques, accompagnés ou non d'un peu de glycogène. Par contre il n'est pas toujours possible d'y déceler des vacuoles : sur vingt-deux espèces de Disco- et de Pyrénomycètes examinées par Mlle CHATARD, seulement sept ont permis la coloration vitale de vacuoles dans leurs ascospores (M. CHADEFAUD, 1968).

Les ascospores *allantoïdes*, qui caractérisent certains genres de Pyrénomycètes (*Valsa, Diatrype*, etc...) et dont on retrouve un équivalent au moins approximatif chez certains Discomycètes

Source : MNHN, Paris

(*Micropodia pteridina*, *Lachnum bicolor*, certains *Phialea* et *Mollisia*, etc...), contiennent généralement, à chacune de leurs extrémités, un globule lipidique polaire (parfois deux), auxquels sont associées de très petites vacuoles polaires, que les colorants vitaux colorent plus intensément que celles de la région moyenne de la spore. Les ascospores de ce type sont d'ordinaire pauvres en réserves nutritives, et il en va de même des asques qui les produisent; à l'état jeune, celles de diverses espèces contiennent des inclusions mucilagineuses, probablement pectiques, qui, peut-être, remplacent le glycogène, peu abondant ou pratiquement absent (M. CHADEFAUD, 1968, d'après les observations de Mlle CHATARD).

Les ascospores du *Bulgaria inquinans* (comme aussi celles de diverses autres espèces) sont de deux types : on sait en effet que chaque asque produit quatre ascospores noires et quatre ascospores incolores ou peu pigmentées, plus petites, sans doute frappées d'infantilisme, mais cependant parfaitement capables de germer. Selon FOSTER (1941) la différenciation de ces deux types s'effectue lors de la formation de la paroi sporale, et leurs globules lipidiques sont différents.

Les ascospores « géantes » de certains *Ascobolus* ne sont, selon MALENÇON (1962), que des artefacts. La paroi externe pigmentée de la spore s'est séparée de la paroi interne, s'accroît et est chiffonnée; la spore paraît ainsi hypertrophiée. Ce phénomène est probablement dû à l'ammoniaque contenu dans les bouses ou à des substances basiques car il se produit en présence de soude ou d'ammoniaque diluées.

4° L'ÉPIPLASME

Non seulement il enveloppe les ascospores, mais encore, comme on l'a vu, il contribue à la formation de leur paroi, sans doute aussi, le cas échéant, de leur ornementation. De plus, il assure leur nutrition, au cours de leur développement.

En principe, c'est dès avant la formation des ébauches sporales qu'on voit se différencier l'épiplasme et le sporoplasme. Celui-ci entoure les noyaux de l'asque; il est généralement bourré de petits globules lipidiques et de petites vacuoles. L'épiplasme l'entoure; il est mince sur ses flancs, mais au contraire généralement épais dans la base et le sommet de l'asque (avec à ce sujet des variantes selon les espèces); les

Source : MNHN, Paris

vacuoles et les globules lipidiques y sont relativement volumineux, et il renferme souvent du glycogène, dont J. P. SCHRANTZ (v. plus haut) vient de préciser le mode de formation. Après la sporulation, le protoplasme est logé dans les spores; dans l'épiplasme les vacuoles deviennent très grandes de sorte qu'il se réduit plus ou moins complètement à une mince couche cytoplasmique sous la paroi de l'asque. A ce stade, selon C. DELAY (1966) chez l'*Ascobolus immersus*, les mitochondries y sont peu nombreuses, mais il contient encore des ribosomes, et on a vu qu'autour des jeunes spores il est chargé de petits éléments vacuolaires, produits probablement par une partie de son réseau endoplasmique.

A cause de leur rôle, les *réserves épiplasmiques* méritent une attention particulière (M. CHADEFAUD, 1968, d'après les observations de Mlle CHATARD) : — a) des globules lipidiques y sont toujours présents; — b) par contre l'abondance et le comportement du glycogène y varient selon les espèces, ce corps pouvant être d'abord présent, puis devenir plus abondant, demeurer quantitativement sans changement ou disparaître; il peut aussi faire défaut à tous les stades; — c) la richesse de l'épiplasme en réserves (= lipides + glycogène) varie elle aussi selon les espèces : ainsi, en règle générale, il est pauvre en réserves chez les Pyrénomycètes et Discomycètes allantosporés, et au contraire le plus souvent riche chez les Pyrénomycètes mélanosporés; — d) il y a dominance nette du glycogène sur les lipides dans certains groupes (notamment chez les Pyrénomycètes ascoloculaires et bituniqués), tandis que dans d'autres (les Diatrypacées par ex.) ce sont les lipides qui dominent (ou même sont seuls présents), et entre ces cas extrêmes s'observent tous les intermédiaires; — e) le devenir de ces réserves au cours du développement des ascospores est conditionné principalement par l'antagonisme de deux phénomènes, inégalement importants selon les espèces; d'une part l'épiplasme tend à se bourrer de réserves, empruntées aux filaments sporophytiques (qui sont pourvus d'espèces de rhizoïdes chez le *Sporormia leporina*, selon E. MORISSET, 1963), et, d'autre part, il cède ces réserves aux jeunes spores. Leur passage dans les spores exige leur transformation en sucres solubles, dont elles sont des formes de stockage, et cela doit mettre en œuvre un équipement diastasique, peut-être complexe.

Source : MNHN, Paris

IX. — LA PAROI ET L'APPAREIL APICAL DE L'ASQUE

A — PAROI DE L'ASQUE

1° CONSTITUTION

Le microscope ordinaire a montré que la paroi des asques est formée de deux tuniques, l'une externe ou *exoascus*, l'autre interne ou *endoascus* et qu'il faut distinguer (E. LUTTRELL, 1951) le cas des *Bituniqués*, chez lesquels ces tuniques sont séparées (ou du moins facilement séparables) et celui des *Unituniqués*, où elles sont au contraire si intimement soudées qu'elles n'en font pratiquement qu'une. Sont des Bituniqués une partie des Pyrénomycètes (les Dothidéens) et seulement quelques Discomycètes : le *Patellaria atrata* bien connu, le *Pseudoscypha abietis* (REID et PIROZYNSKI, 1966).

L'étude au microscope électronique de la paroi ascale de l'*Ascodesmis sphaerospora* (MOORE, 1963), de l'*Ascobolus immersus* (DELAY, 1966) et du *Galactinia plebeia* (SCHRANTZ, *inédit*) qui sont des Discomycètes unituniqués, montre que celle-ci comporte bien un endoascus transparent aux électrons et un exoascus plus mince, plus dense, plus structuré, à surface extérieure parfois irrégulière; ces deux tuniques sont soudées mais néanmoins distinctes.

Chez le *Neotiella rutilans*, selon WESTERGAARD et von WETTSTEIN (1966), l'exoascus est recouvert de très nombreuses fibrilles; l'endoascus est plus ou moins zoné au stade jeune et il est parcouru transversalement d'« ectodesmata », sortes de piliers tubulaires à paroi très dense aux électrons. Une structure zonée de l'endoascus a été observée par FUNK et SHOEMAKER (1967) chez des Bituniqués des genres *Botryosphaeria* et *Pleospora*.

L'exoascus peut être formé d'une cuticule mince et réfringente et d'une couche sous-cuticulaire plus épaisse et mate (M. CHADEFAUD, *inédit*; microscopie ordinaire : *Pleospora* sp., cuticule chitinoïde).

Source : MNHN, Paris

2° MODIFICATIONS DE LA PAROI AU COURS DU DÉVELOPPEMENT DES SPORES

Chez les *Tympanis*, GROVES (1952) constate que la paroi de l'asque s'épaissit entre le moment où sont formées les ascospores primaires jusqu'à l'apparition des ascospores secondaires qu'elles engendrent par bourgeonnement. Ensuite elle s'amincit.

D'une façon générale, il semble que l'asque s'allonge une première fois avant le début des divisions nucléaires, que sa croissance soit négligeable au cours de celles-ci et qu'une autre phase de croissance, plus réduite, liée à l'extension du pied, se produise au cours de la maturation des spores (BELLEMÈRE, 1960). Selon L. GEITLER (1961) l'allongement consécutif à la formation des spores correspond à un allongement des parois et n'est pas seulement dû à la turgescence de l'épiplasme. Il est plus important chez les espèces dont les spores sont pluricellulaires et ont une plus longue durée de formation.

L'étude des courbures phototropiques des asques (A. H. R. BULLER, 1934) n'a pas été reprise récemment.

B — L'APPAREIL BASILAIRE DE L'ASQUE

Aucun septum (sauf peut-être chez les *Taphrina*) ne sépare l'asque de la cellule proascale qui l'a engendré, mais par contre il en existe un entre cette cellule et la cellule sporophytique sous-jacente. Quand la cellule pro-ascale appartient (ce qui est le cas typique) à un crochet dangeardien, il y a même à sa base deux septums qui la séparent, l'un du pied de ce crochet, l'autre de son bec, généralement transformé en anse latérale.

Ces septums se forment et sont constitués comme ceux du mycélium, donc aux dépens d'un bourrelet annulaire appartenant à la locula de la cellule pro-ascale, et de la cellule sous-jacente, ainsi qu'on le voit sur l'une des photographies faites au microscope électronique par SCHRANTZ (1967). Chacun d'eux est pourvu d'un pore central. Chez beaucoup d'espèces, surtout parmi les Pyrénomycètes bituniqués, le microscope optique montre sur ce pore, dans la cellule pro-ascale, un bouton réfringent qui l'obture (cf. M. CHADEFAUD, 1960, fig. 360, 5).

Chez l'*Ascodesmis sphaerospora* et le *Saccobolus kerverni*, CARROLL (1967) précise la structure de ce bouton en microscopie

Source : MNHN, Paris

électronique. Dans le pore se forme une hernie vésiculeuse née du cytoplasme de la cellule sous-jacente à l'asque. Ce dôme, saillant dans celui-ci, est entouré d'une mince couche dense aux électrons, sur laquelle repose une couche continue de tubules d'environ 180 Å de diamètre, allongés perpendiculairement à la surface. Au-delà de cette couche de tubules le réticulum endoplasmique de l'asque est représenté par de nombreuses vésicules à parois denses aux électrons. Parfois la couche tubulaire est limitée latéralement par une double membrane formant disque autour de la base de la hernie cytoplasmique. Dans le cytoplasme de la cellule sous-jacente on peut observer des corps de Woronin, granules denses aux électrons, dont le diamètre est supérieur à celui du pédicelle de la hernie et qui sans doute peuvent obturer celui-ci.

C — L'APPAREIL APICAL DE L'ASQUE

Cet appareil a été étudié, en microscopie ordinaire, principalement par M. CHADEFAUD (depuis 1942), qui, seul ou avec ses élèves, en a montré la complexité, la variété et l'importance systématique, et retracé ce qu'a pu être son évolution (v. M. CHADEFAUD, 1964; A. PARGUEY-LEDUC et M. CHADEFAUD, 1963; M. CHADEFAUD, M. LETROUIT-GALINOU et M. C. JANEX-FAVRE, 1963 et 1967). Par contre il n'a fait l'objet que de fort peu de recherches en microscopie électronique.

1° EN MICROSCOPIE ORDINAIRE, selon M. CHADEFAUD et ses élèves, l'appareil apical dérive phylogénétiquement d'une *doublure interne de l'endoascus*, qui primitivement tapissait la totalité de celui-ci, et présentait au sommet un *épaississement apical*, creusé axialement d'une *chambre oculaire*. Dans les cas les plus primitifs (par exemple le Discolichen *Phlyctis agelaea*) cette doublure elle-même n'est pas distincte. Mais on l'observe chez les espèces un peu plus évoluées (par exemple dans les asques jeunes du *Pyrenula nitida*, d'après Mme JANEX-FAVRE). Chez les espèces évoluées, elle se réduit plus ou moins complètement à son épaississement apical, qui devient ainsi un *dôme apical* remplissant le sommet de l'asque, et autour duquel l'endoascus est le plus souvent aminci.

Chez les *Nassascés*, ce dôme est peu distinct de l'endoascus, et la chambre oculaire contient une nasse apicale, c'est-à-dire un

Source : MNHN, Paris

système de baguettes longitudinales (souvent quatre), différenciées dans la périphérie de l'épiplasme et anastomosées entre elles au moins au sommet (parfois aussi, après bifurcation, vers le bas). A ce groupe appartiennent la plupart des Pyrénomycètes bituniqués (les Dothidéens) et les Discomycètes bituniqués (*Patellaria atrata*), mais la nasse apicale de ces divers Champignons n'est pas toujours distincte.

Chez les *Annellascés*, il n'y a pas de nasse apicale, mais, dans le dôme, se différencient généralement des *anneaux apicaux*, qui peuvent être amyloïdes ou chitinoïdes (parfois les deux à la fois, mais très rarement d'une autre nature). De plus l'appareil apical peut prendre une grande complexité. Au maximum, on y trouve, outre le dôme apical : — 1. un « coussinet apical », qui remplace le sommet du dôme et se prolonge vers le bas, jusque dans la chambre oculaire, par un « manubrium »; — 2. autour de cette chambre, un « anneau périoculaire », qui peut être formé de plusieurs disques ou ménisques superposés, perforés en leur centre; — 3. fixé au sommet du dôme, autour de l'orifice de la chambre oculaire, un « pendentif » tubuleux contenant en général un autre anneau, l'« anneau du pendentif », séparé de l'anneau périoculaire par une lame réfringente; — 4. suspendu à ce pendentif un entonnoir membraneux, prolongé par un tractus jusqu'aux ascospores. De plus, le dôme apical peut s'épaissir en un « bouchon apical », qui chez les Discolichens peut contenir lui aussi un anneau. Sont des Annellascés (plus ou moins typiques car les variantes sont nombreuses) presque tous les Pyrénomycètes non-Dothidéens et la quasi totalité des Discomycètes non-lichénisants (y compris les Operculés).

Enfin, entre les Nassascés et les Annellascés s'intercalent les *Archaeascés* (M. A. Galinou et M. Chadefaud, 1953), qui sont tous des Discolichens. Ils ont à la fois une nasse apicale et des anneaux apicaux, et on observe chez eux des variantes importantes. Ce caractère synthétique et la structure souvent assez fruste de leur appareil apical semble indiquer que celui-ci se rattache à un type archaïque, dont ont pu dériver d'une part les Nassascés, d'autre part les Annellascés, mais qu'il a évolué autrement que chez ceux-ci, et moins complètement. Cette conclusion ouvre des aperçus sur l'origine phylogénétique des Champignons des Discolichens, probablement très archaïques.

Source : MNHN, Paris

2° EN MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE : a) selon MOORE (1963), chez l'*Ascodesmis sphaerospora* un « septum de déhiscence » apparaît près de l'apex de l'asque. Il est d'abord mince et homogène puis gonfle tandis que sa partie centrale devient dense aux électrons. Celle-ci formera la ligne de déhiscence qui séparera l'opercule. Chez le *Pyronema domesticum* ce même auteur a constaté, au microscope ordinaire, que ce septum se différencie au cours de la cytocynèse; b) d'autre part, une photographie électronique de l'appareil apical d'un *Quaternaria*, montrée récemment par G. N. GREENHALGH à M. CHADEFAUD, a permis à celui-ci (*inédit*) d'y retrouver de façon précise les formations qu'il avait observées, au microscope ordinaire, chez les Diatrypacées (cf. M. CHADEFAUD, 1957) : un dôme apical stratifié, pourvu d'un pendentif, un coussinet apical avec son manubrium et, au bout de celui-ci, un ménisque, coiffant un corps de nature encore énigmatique, enfin un anneau différencié dans le sommet du pendentif.

De la sorte, bien mieux que par le travail de MOORE, se trouvent confirmées, en microscopie électronique, les données de la microscopie ordinaire, dans le cas d'un appareil apical complexe, du type annellascé.

X. — LIBÉRATION ET GERMINATION DES SPORES

A — GERMINATION DANS L'ASQUE

Les travaux de GEITLER (1958) sur des Géoglossacées ont montré que chez *Spathularia flavida* chacune des cellules de l'ascospore octocellulaire peut, dans l'asque, produire trois conidies portées sur un stérigmate. Le noyau de la cellule se divise et un des deux noyaux-fils passe dans une conidie et ainsi de suite. L'étude infrastructurale de telles ascospores serait sans doute fort instructive car elles sont un exemple d'équilibre entre la division cellulaire et la production de conidies. Chez *Spragueola irregularis* le contenu de certaines ascospores constitue, dans l'asque, une série de conidies à formation successive.

Chez *Potebniamyces balsamicola*, SMERLIS (1962) constate que, dans l'asque, des ascospores peuvent germer et fournir des microconidies analogues, par leur aspect et leur comportement, à celles qui sont produites à l'extrémité d'hyphes verticales situées à la périphérie de l'hyménium.

Source : MNHN, Paris

B — ÉMISSION DES SPORES

Elle a été étudiée d'une façon remarquable par A. H. R. Buller (1934), et un exposé de nos connaissances à ce sujet a été donné par C. T. Ingold (1953). Plus récemment :

1. — Chez *Pseudopeziza medicaginis* f. sp. *medicaginis sativae*, Schmiedeknecht (1963, 1964) a constaté que les spores sont émises par paires, par le jeu d'une force osmotique de 5,7 atm. Il émet des hypothèses sur le fonctionnement de l'appareil apical. Mais des données cytologiques précises seraient souhaitables à cet égard.

2. — Chez les *Tympanis*, Groves (1952) et Funk (1967) ont observé que l'ensemble des ascospores secondaires est déchargé en une masse compacte, les ascospores adhérant les unes aux autres.

C — GERMINATION DES ASCOSPORES

Peu de travaux ont été faits récemment sur la germination des ascospores et aucun auteur (sauf E. D. Rudolph et R. M. Giesy, pour le *Physcia aipolia*, en 1966) n'a utilisé le microscope électronique. Des données fragmentaires que l'on peut rassembler on peut retenir les éléments suivants :

α — La germination est précédée d'un gonflement de la spore (Zuk et coll., 1965; Berthet, 1964). Chez les Inoperculés celui-ci fait généralement suite à un cloisonnement en deux cellules, qui peut se produire déjà dans l'asque. Chez les Operculés un tel cloisonnement n'a pas lieu.

β — Un tube germinatif apparaît, puis parfois un second. Il est en continuité avec l'endospore (1). L'épispore (2) se fripe et se décolle (Berthet, 1964, chez *Plectania coccinea*) ou bien le tube la perce (*Ascobolus immersus* selon Zuk et coll., 1965). Chez les Inoperculés le noyau reste dans la spore lors de l'émission du tube.

γ — On assiste en même temps, du moins chez les Operculés, à une multiplication des noyaux (Zuk et coll., 1965; Berthet, 1964). Les modalités d'apparition des premières cloisons ne sont jamais indiquées.

(1) = épispore.
(2) = exospore.

Source : MNHN, Paris

Chez des Hypodermales, THYR et SHAW (1966) et DARKER (1964) ont décrit une courte ramification latérale du tube germinatif initial, dont le rôle semble être celui d'un appressorium.

Chez les *Tympanis*, GROVES (1952) et FUNK (1967) constatent que la germination de la masse formée par l'ensemble des spores secondaires produit des formes levures par bourgeonnement. Puis apparaissent quelques hyphes hyalines dispersées.

D — LE JEUNE MYCÉLIUM

Chez l'*Ascobolus immersus*, ZUK et SWIETLINSKA (1966) constatent que les noyaux y sont plus gros et moins colorables que dans les hyphes âgées. Il y a en général un bon synchronisme lors des divisions nucléaires. Certaines divisions montrent une nette prophase suivie d'une contraction des chromosomes. Les plaques métaphasiques sont alors bien distinctes. On observe aussi des figures anormales de division.

En conclusion les éléments épars dont on dispose relativement à la germination des ascospores montrent cependant que celle-ci ne se fait pas de façon uniforme et que, là aussi, une étude systématique portant sur des espèces bien choisies pourrait se révéler fructueuse.

Pour terminer, plusieurs points peuvent être mis en évidence en ce qui concerne les apports récents de la cytologie à l'étude des Discomycètes :

1° Ils ont permis de préciser des points importants de la systématique, spécialement chez les Operculés (cf. les travaux de BERTHET, et les notes de Mlle LE GAL, en particulier celle de 1963). Chez les Inoperculés, GROVES (1952) utilise les caractères des ascospores primaires pour séparer les espèces chez les *Tympanis*. Grâce à l'examen de l'appareil apical MÜLLER et HÜTTER (1963) ont pu séparer clairement les *Tapesia* et les *Neotapesia*.

2° Les progrès de la génétique dans les tentatives d'explication à un niveau moléculaire ont conduit à entreprendre des études cytologiques avec les nouveaux moyens offerts par la microscopie électronique sans négliger cependant la cytologie classique. De là tirent leur origine les nombreux travaux relatifs aux genres *Ascobolus*, *Botrytis*, *Humaria* (= *Neotiella*) et *Pyronema*.

Source : MNHN, Paris

3° Les résultats obtenus sur quelques espèces soulèvent le plus souvent des problèmes biologiques de grand intérêt, qu'on a essayé de mettre en relief au cours de cet exposé. Il est certain que l'étude d'espèces bien choisies permettrait d'obtenir de nombreuses précisions à leur propos.

4° Un point qui ne doit pas être perdu de vue, et qui explique peut-être certaines contradictions irréductibles, concerne l'action des conditions du milieu sur les caractères cytologiques et même sur le comportement du noyau. Sans vouloir citer de nombreux exemples, il convient de rappeler que le mycélium du *Rutstroemia echinophila* est uni ou binucléé quand il est aérien, mais devient toujours plurinucléé en milieu submergé (Berthet, 1964). Chez le *Cryptomycina pteridis*, Wehmeyer (1966) constate que dans le jeune asque la caryogamie n'a lieu que lorsque le champignon devient saprophyte, à la fin de l'été, et que la méïose ne commence qu'après les froids de l'hiver. Chez le *Pyronema omphalodes*, Wilson constate que le nombre des noyaux qui passent de l'ascogone dans les hyphes sporophytiques dépend de l'éclairement, mais aussi qu'une adaptation à des conditions données se produit après un certain temps.

Il semble que les études cytologiques concernant les Discomycètes (et les autres Ascomycètes) doivent dans l'avenir connaître un grand développement, eu égard aux multiples problèmes qu'elles permettent d'aborder.

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

Andrus (C. F.), Harter (L. L.), 1937. — *J. Ag. Res.*, 54, p. 19-46.

Ainsworth (G. C.), Sussman (A. S.), 1965. — The Fungi. I. The fungal cell. Acad. Press, New York.

— 1966. — The Fungi. II. The fungal organism. Acad. Press, New York.

Bandoni (R. J.), Bisalputra (A. A.), Bisalputra (T.), 1967. — *Canad. J. Bot.*, 45, p. 361-366.

Bellemère (A.), 1958. — *B. S. Myc. Fr.*, 74, p. 70-93.

— 1960. — *B. S. Myc. Fr.*, 76, p. 69-82.

— 1960. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 251, p. 2569-2571.

— 1967. — *B. S. Myc. Fr.*, 83, 3, p. 393-640; 83, 4, p. 753-928.

Berthet (P.), 1961. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 252, p. 2855-2857.

— 1963. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 256, p. 5185-5186.

— 1963. — *Bull. Soc. Linn. Lyon*, 32, 9, p. 275-277.

Source : MNHN, Paris

— 1964. — *B. S. M. F.*, 80, p. 125-149.
— 1964. — Thèse Lyon, 160 p.
— 1966. — *B. S. M. F.*, 82, p. 473-474.
BERTHET (P.), RIOUSSET (L.), 1963. — *B. S. M. F.*, 79, p. 392-398.
— 1965. — *Bull. Soc. Linn. Lyon*, 7, p. 253-281.
BESSON (M.), 1966. — *Bull. Soc. Mycol. de France*, 82, p. 489-503.
BRACKER (C. E.), WILLIAMS (C. M.), 1966. — R. Uyeda Sixth Int'l. Congress for Electron. *Microscopy*, vol. II, Maruzen C° Lted., Tokyo.
CARROLL (G. C.), 1966. — Thesis, Univ. Texas, Austin.
— 1967. — *Journ. Cell. Biol.*, 33, 1, p. 218-224.
— 1967. — *Mycologia*, 59, 3, p. 527-532.
CERUTI (A.), CONLERSO (L.), BELLANDO (M.), MARENCO (C.), 1964. — *Caryologia*, 17, p. 519-544.
CHADEFAUD (M.), 1942. — *B. S. Bot. Fr.*, 89, p. 58-61.
— 1943. — *Rev. Sc.*, 81, 2, p. 77-80.
— 1949. — *Le Botaniste*, 25, p. 75-85.
— 1953. — *Oester. Botan. Zeitschr.*, 100, p. 537-554.
— 1960. — Traité de Botanique, I, Masson éd., Paris.
— 1964. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 258, p. 299-301.
1968. — *Oester. Botan. Zeitschr.*, 116, p. 181-202.
— 1969. — *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 85, 2, p. 145-157.
CHADEFAUD (M.), LETROUIT-GALINOU (M. A.), FAVRE (M. C.), 1963. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 257, p. 4003-4005.
CHEVAUGEON (J.), 1959. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 248, p. 1381-1384.
— 1959. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 248, p. 1841-1844.
CONTI (S. F.), NAYLOR (H. B.), 1960. — *J. Bact.*, 79, p. 417-425.
DARKER (G. D.), 1963. — *Mycologia*, 55, p. 812-818.
— 1964. — *Canad. J. Bot.*, 42, p. 1005-1009.
DELAY (C.), 1966. — *Ann. Sc. Nat., Bot. Biol. vég.*, 7, 2, p. 361-378.
DELESPINE (J.), CHADEFAUD (M.), 1960. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 250, p. 1317-1319.
DRAYTON (F. D.), GROVES (J. W.), 1952. — *Mycologia*, 44, p. 119-140.
ELLIOTT (M. E.), 1962. — *Canad. J. Bot.*, 40, 9, p. 1197-1201.
FOSTER (C. L.), 1941. — *Nature*, 3721, p. 238-239.
FUNK (A.), 1967. — *Canad. J. Bot.*, 45, p. 309-317.
FUNK (A.), SHOEMAKER (R. A.), 1967. — *Can. J. Bot.*, 45, p. 1265-1266.
GALINOU (M. A.), CHADEFAUD (M.), 1953. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 237, p. 1178-1180.
GEITLER (L.), 1958. — *Osterr. Bot. Zeit.*, 105, 1-3, p. 159-166.
— 1961. — *Osterr. Bot. Zeit.*, 108, 3, p. 318-321.
GORDON (C. C.), 1966. — *Amer. J. Bot.*, 53, p. 319-327.
GREMMEN (J.), 1956. — *Ant. van Leeuwenhoek*, 22, p. 58-64.
— 1960. — *Ant. van Leeuwenhoek*, 26, p. 305-313.
GROVES (J. W.), 1952. — *Canad. J. Bot.*, 30, p. 571-651.
HAHN (G. G.), 1957. — *Mycologia*, 49, p. 226-239.

Source : MNHN, Paris

HASHIMOTO (T.), GERHARDT (P.), 1959. — *Bact. Proc.*, p. 49.
HASHIMOTO (T.), GERHARDT (P.), CONTI (S. F.), NAYLOR (H. B.), 1960. — *J. Bio. Bioch. Cytol.*, 7, p. 305-315.
HASKINS (R. H.), 1960. — *Canad. J. Microb.*, p. 225-231.
HAWKER (L. E.), 1964. — *Biol. Rev.*, 40, p. 52-92.
HAWKER (L. E.), HENDY (R. J.), 1963. — *J. Gen. Microb.*, 33, 1, p. 43-46.
HAYMAN (D. S.), 1964. — *Can. J. Bot.*, 42, p. 13-21.
HEIM (P.), 1946. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 223, p. 1170-1172.
— 1947. — *Rev. Myc.*, 12, p. 104-125.
— 1949. — *Le Botaniste*, 34, p. 231-241.
— 1951. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 232, p. 1693-1695.
— 1951. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 232, p. 2468-2470.
— 1952. — *Rev. Myc.*, 17, p. 3-38.
HIRSCH (H. E.), 1950. — *Mycologia*, 42, p. 301-305.
INGOLD (C. T.), 1953. — Dispersal in Fungi, 197 p., Clarendon Press, Oxford.
JAFFE (L.), ETZOLD (H.), 1962. — *J. Cell. Biol.*, 13, p. 13-31.
LARPENT (J. P.), 1966. — *Ann. Sc. Nat., Bot. Biol. vég.*, 7, 1, p. 1-130.
LE GAL (M.), 1942. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 215, p. 167-168.
— 1947. — Thèse *in Ann. Sc. Nat., Bot.*, 11, 8, p. 73-286.
— 1953. — Les Discomycètes de Madagascar, Paris.
— 1962. — *B. S. M. F.*, 78, p. 380-386.
— 1963. — *B. S. M. F.*, 79, p. 456-470.
— 1966. — *C. N. F. R. A.*, 15, p. 9-15.
— 1966. — *B. S. M. F.*, 82, p. 301-334.
LE GAL (M.), MANGENOT (F.), 1956. — *R. de Myco.*, 21, p. 3-13.
— 1958. — *R. de Myco.*, 23, p. 28-86.
— 1960. — *R. de Myco.*, 25, p. 135-214.
— 1961. — *R. de Myco.*, 26, p. 263-331.
— 1966. — *R. de Myco.*, 31, p. 1-44.
LUTTRELL (E. S.), 1951. — *Univ. Missouri Studies*, 24, p. 1-120.
MAC INTOSH (D. L.), 1954. — *Canad. J. Bot.*, 32, p. 440-446.
MALENÇON (G.), 1962. — *B. S. M. F.*, 78, p. 105-115.
— 1963. — *B. S. M. F.*, 79, p. 504-507.
MARQUARDT (H.), 1963. — *Archiv. Microb.*, 46, p. 308-320.
MARTENS (P.), 1946. — *La cellule*, 50, p. 125-310.
MOORE (E. J.), 1962. — *Mycologia*, p. 312-316.
— 1963. — *Amer. J. Bot.*, 50, 1, p. 37-44.
— 1965. — *Dissert. Abst.*, 25, 6, p. 3225.
— 1965. — *Mycologia*, 57, 1, p. 114-130.
— 1965. — *Am. J. Bot.*, 52, 4, p. 389-395.
— 1965. — *Stain Techn.*, 40, 1, p. 23-27.
MOORE (R. T.), 1963. — *Nova Hedwigia*, 5, p. 263-278.
MOORE (R. T.), MAC ALEAR (J. H.), 1961. — *Exp. Cell. Res.*, 24, p. 588-592.

Source : MNHN, Paris

— 1961. — *Mycologia*, 53, p. 194-200.
— 1962. — *J. gen. Microb.*, 28, 2, p. 211-218.
— 1962. — 5th Int. Cong. Elect. Micr. Philadelphia. Acad. Press.
— 1962. — *Amer. J. Bot.*, 49, p. 86-94.
— 1963. — *J. Ultr. Res.*, 8, p. 144-153.
— 1963. — *J. Cell. Biol.*, 16, p. 131-141.
MOREAU (F.), 1958. — *B. S. B. F.*, 105, 7-8, p. 363-429.
MORISSET (E.), 1963. — *Rev. Gen. Bot.*, 70, p. 69-106.
MÜLLER (E.), HÜTTER (R.), 1963. — *Ber. Schweiz. Bot. Gesell.*, 73, X, p. 325-331.
OLIVE (L. S.), 1949. — *Science*, 110, p. 185.
— 1950. — *Amer. J. Bot.*, 37, p. 757-763.
PARGUEY-LEDUC (A.), CHADEFAUD (M.), 1963. — *Rev. de Mycol.*, 28, p. 200-234.
PERREAU-BERTRAND (J.), 1967. — Thèse, Paris.
RAPER (J. R.), ESSER (K.), 1964. — *in* BRACHET (J.), MIRSKY (A. E.), The Cell, p. 139-244.
REEVES (F.), 1966. — Thesis. University Illinois, Urbana.
— 1967. — *Mycologia*, LIX, 6, p. 1018-1033.
REID (J.), PIROZYNSKY (K. A.), 1966. — *Canad. J. Bot.*, 44, p. 351-354.
ROSSEN (J. M.), WESTERGAARD (M.), 1966. — *C. R. Tr. Lab. Carlsberg*, 35, 9-10, p. 233-260.
RUDOLPH (E. D.), GIESY (R. M.), 1966. — *Mycologia*, 58, p. 786-796.
SCHMIEDEKNECHT (M.), 1963. — *Phytopath. Z.*, 48, 3, p. 312-321.
— 1964. — *Phytopath. Z.*, 51, 1, p. 29-40.
SCHRANTZ (J. P.), 1964. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 258, p. 3342-3344.
— 1965. — *Rev. Cyt. Biol. Vég.*, 28, p. 31-34.
— 1966. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 264, p. 1212-1215.
— 1967. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 264, p. 1274-1277.
SENAUD (M.), 1967. — *Protistologica*, III, fasc. 2.
SMERLIS (E.), 1962. — *Canad. J. Bot.*, 40, p. 351-359.
STOWELL (M. A.), BACKUS (M. P.), 1966. — *Mycologia*, 58, 6, p. 949-960.
STRICKMANN (E.), CHADEFAUD (M.), 1961. — *Rev. Gen. Bot.*, 68, p. 725-770.
THYR (B. D.), SHAW (C. G.), 1966. — *Mycologia*, 58, 2, p. 192-200.
WEHMEYER (L. E.), 1966. — *Mycologia*, 58, p. 752-760.
WESTERGAARD (M.), 1964. — *C. R. Tr. Lab. Carlsberg*, 34, p. 359-405.
WESTERGAARD (M.), VON WETTSTEIN (D.), 1966. — *C. R. Tr. Lab. Carlsberg*, 35, 10, p. 261-286.
WILSENACH (R.), KESSEL (M.), 1965. — *J. gen. Microb.*, 40, p. 397-400.
WILSON (I. M.), 1952. — *Ann. Bot. N. S.*, 16, p. 321-339.
WOOD (J. L.), 1953. — *Bull. Torrey Bot. Club*, 80, p. 1-15.
YARWOOD (C. E.), 1950. — *Ann. J. Bot.*, 37, p. 636-639.
ZICKLER (D.), 1967. — *C. R. Ac. Sc. Fr.*, 265, 3, p. 198-201.
ZUK (J.), SWIETLINSKA (Z.), 1965. — *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 34, p. 171-179.

Source : MNHN, Paris

Addendum [1]

■

Un certain nombre d'articles nouveaux sont venus à notre connaissance depuis la rédaction de cette publication. Ils sont résumés brièvement ci-dessous.

I. — CYTOLOGIE DU MYCÉLIUM

A — LES PAROIS

Plusieurs études ont été faites relativement à la structure des *parois*, surtout chez les espèces lichénisantes. Ainsi Reznik et al. (1968) utilisant le microscope électronique à balayage montrent que ce sont des hyphes à parois très épaisses, engluées dans une substance fondamentale, qui forment les rhizines et les cils de certains *Parmelia* et du *Lobaria pulmonacea*.

Chez deux espèces d'*Usnea*, Chervin et al. (1968) constatent que les parois du Champignon symbiote présentent des différenciations plus importantes que celles des Ascomycètes libres. Les *Peltigera* sont étudiés par Peat (1968), qui observe l'anastomose d'hyphes contiguës, et surtout par Boissière et Boissière (1968) qui localisent précisément les constituants chimiques de la paroi. Chez le *Peltigera canina* ils mettent en évidence la structure pariétale la plus complexe rencontrée à ce jour chez un Champignon, du moins dans les hyphes.

La mise au point relative à la constitution chimique et à la morphogénèse des parois des Champignons publiée par Bartnicki-Garcia (1968) mentionne des faits nouveaux relatifs à divers Ascomycètes; aucun d'entre eux ne concerne les Discomycètes.

---

(1) 1er mars 1969.

Source : MNHN, Paris

B — LES CLOISONS

Les *cloisons* cellulaires sont étudiées chez les *Peltigera* par BOISSIÈRE et BOISSIÈRE (1968) et par PEAT (1968) qui observe des corps de Woronin et un « bouchon » (plug.).

Utilisant le travail de BOISSIÈRE et BOISSIÈRE et d'autres observations, M. CHADEFAUD (1969) montre que les parois et les cloisons des hyphes peuvent être décrites en utilisant les notions fournies par l'étude des Algues filamenteuses, c'est-à-dire les notions de vagina, sous-vagina, loculas et appareils interloculaires.

Chez l'*Ascodesmis sphaerospora* BRENNER et CARROLL (1968) décrivent un mode de formation des septa qui diffère de celui indiqué par MOORE (1963). Ces auteurs constatent en effet que les éléments du réticulum endoplasmique sont d'abord disposés longitudinalement puis déformés en une sorte de tore par l'avancée centripète du septum depuis la paroi latérale. Ils n'observent pas de coalescence puis de lyse d'éléments réticulaires transversaux. Cependant le mode de formation de certains septa multiperforés n'a pu être éclairci. Au voisinage des pores les auteurs précédents décrivent des corps de Woronin. Ils ont une structure cristalloïde et prennent naissance à l'intérieur d'une membrane (cf. BRACKER, 1967). Sur les bords mêmes du pore, BRENNER et CARROLL (1968) observent des corps qui renferment des structures annulaires et lamellaires orthogonales, analogues à ceux déjà figurés par SCHRANTZ dans les paraphyses du *Ciliaria hirta* (1964) et par BRACKER (1967) chez celles de l'*Ascodesmis nigricans*.

C — LE CYTOPLASME DES HYPHES

1 — Des travaux de grand intérêt relatifs aux ORGANITES INTRACELLULAIRES ont été faits très récemment chez divers Ascomycètes (*Neurospora* et Levures en particulier). Seuls ceux qui concernent directement les Discomycètes seront rapportés ici; les autres sont trop nombreux pour être signalés, même très sommairement.

THOMAS et ISAAC (1967) mentionnent la présence de figures myéliniques chez le *Sclerotinia sclerotiorum*.

Source : MNHN, Paris

PEAT (1968) fait état, chez les *Peltigera*, de vésicules énigmatiques à centre dense aux électrons et auréole claire limitée par une membrane. Elles sont localisées entre le plasmalemme et des éléments du réticulum endoplasmique.

2 — L'ultrastructure de l'EXTRÉMITÉ DES HYPHES en croissance a été décrite par MAC CLURE et al. (1968) chez le *Botrytis cinerea* et d'autres Septomycètes. Le microscope électronique montre que le « Spitzenkörper » qui est difficilement visible en contraste de phase au sommet des hyphes en croissance est un rassemblement de vésicules nées du cytoplasme. Elles se fusionnent avec le plasmalemme et leur contenu contribue à l'édification de la paroi.

De telles vésicules sont aussi décrites chez l'*Ascodesmis sphaerospora* par BRENNER et CARROLL (1968). Près de l'apex des hyphes de cet Operculé ces auteurs observent de nombreuses mitochondries allongées. A environ une centaine de μ du sommet ils décrivent des granules très denses aux électrons (Ø 380-450 Å), des vésicules en forme de coupe et des lomasomes, analogues à ce qui a pu être vu chez un *Pythium*. Ils mentionnent aussi des microtubules et des corps cristalloïdes prismatiques à base hexagonale dont la structure présente un fin quadrillage rappelant à la fois les corps de Woronin et les cristaux d'ergostérol.

Dans les hyphes plus âgées (7 à 13 h), divers organites, de structure un peu particulière, sont observés (vésicules à membranes dilatées, éléments en bâtonnets par exemple).

3 — L'action des FACTEURS DU MILIEU sur le cytoplasme des cellules a surtout été étudié chez les Levures, les *Neurospora* et les *Aspergillus* par plusieurs auteurs. Chez le Pyrénomycète *Ophiostoma multiannulatum* cultivé sur un milieu dépourvu d'azote les mitochondries sont anormales et les parois cellulaires sont considérablement amincies.

Chez les Discomycètes, EVANS et WHITE (1967) ont mentionné l'action des antibiotiques sur l'ultrastructure des hyphes du *Botrytis allii* Munn. Dans une intéressante étude du Discomycète psychrophile *Sclerotinia borealis* Bub. et Vleug., WARD (1968) constate que les hyphes augmentent de diamètre et que l'aspect de leur cytoplasme se modifie quand on porte des cultures de 0° à 25° C.

Chez les Lichens les rapports entre l'Algue et le Champignon ont été étudiés au microscope électronique chez les *Usnea* par

Source : MNHN, Paris

CHERVIN et al. (1968) et chez divers genres et espèces par DURRELL (1967). Les haustoriums paraissent rares et peu différenciés (*Lecanora rubina*). Le contact avec l'Algue va rarement au-delà d'haustoriums intramembranaires. Le plus souvent on observe tout au plus de légères modifications locales des parois des deux symbioles. L'ultrastructure des haustoriums des Erysiphales a été étudiée par DEKHUIJZEN, Van der SCHEER (1967) et par BRACKER (1967).

4 — Par des techniques analogues à celles de GOMORI, et de BUTENBERG et SELIGMAN, des particules cytoplasmiques analogues aux lysosomes des cellules animales et aux sphaerosomes des écailles d'oignon, et qui contiennent probablement des PHOSPHATASES ACIDES, sont mises en évidence par PITT et WALKER (1967) dans le mycélium du *Botrytis cinerea*, du *Pyronema omphalodes*, du *Neurospora crassa* et d'autres Champignons. Ces particules sphériques ont un diamètre compris entre 0,2 et 1 μ. On en compte de 10 à 100 par cellule. Elles paraissent identiques à celles qui, vues au microscope ordinaire, fixent le rouge neutre, présentent une fluorescence orange avec l'orangé d'acridine à la neutralité et ont un faible relief en contraste de phase.

Selon DURRELL (1967), il est probable que des phosphatases acides soient présentes à la périphérie des hyphes des Champignons de divers Lichens. La présence de phosphatases acides a été décelée par d'autres auteurs chez une Levure et un *Aspergillus*.

5 — CALONGE (1968) étudie les caractères infrastructuraux du cytoplasme des HYPHES INTRA-HYPHALES chez le *Sclerotinia fructigena*. De telles hyphes ne sont connues que chez les Ascomycètes et les Siphomycètes. Elles se développent dans des portions de filaments vidées de leur contenu, à partir de cellules restées intactes, dont le cytoplasme franchit par effraction un des « bouchons synaptiques » puis se revêt d'une paroi dont les éléments sont contenus, à l'origine, dans des vésicules cytoplasmiques. Ces hyphes peuvent s'anastomoser, se ramifier à l'intérieur de l'hyphe où elles ont pris naissance et perforer la paroi de celle-ci. Parallèlement DELVECCHIO et TURIAN (1968) ont examiné l'ultrastructure des conidies intra-conidiales chez un mutant « spray » de *Neurospora crassa*.

Source : MNHN, Paris

II. — LES FORMES IMPARFAITES

La présence de corps multivésiculaires est mentionnée par Buckley chez le *Botrytis cinerea* (1966). Chez cette même espèce Esurroso et al. (1968) observent le gonflement, la ramification ou la lyse des cellules du tube germinatif en présence de substances fongicides. Par ailleurs l'ultrastructure des conidies a été étudiée chez les *Erysiphe* par Mac Knight (1968) et surtout chez les *Neurospora* par Oulevey-Matikian et Turian (1968) et par Manocha (1968) qui obtient et examine des protoplastes.

III. — L'APPAREIL ASCOGÈNE

Poursuivant l'étude ontogénique des fructifications des Hypodermatacées, Gordon décrit un nouveau type de développement (type III) rencontré chez le *Lophodermium nitens* Darker. Chez cette espèce les filaments paraphysoïdes naissent d'une zone méristématique sous-tectale. Ces faits, semble-t-il, demandent confirmation.

Chez le *Pseudopeziza medicaginis*, Kristinsson (1967) mentionne des fusions accompagnées de migrations de noyaux entre les cellules ascogoniales uninucléées et les hyphes somatiques. Chez le *Drepanopeziza ribis* l'ascogone est également uninucléé. Les deux espèces présentent des hyphes ascogènes à anses latérales.

Gindrat et Turian (1967) étudient l'enroulement de l'ascogone et les anomalies d'enroulement hyphal chez un *Gaeumannomyces* et un *Neurospora*.

IV. — L'ASQUE

1 — L'appareil apical.

a. Par une étude très précise, effectuée au microscope ordinaire sur des asques de *Xanthoria parietina* et de quelques Pyrénomycètes bi- ou unituniqués, M. Chadefaud (1969) vient d'interpréter tout récemment la structure de la région apicale des asques, comparativement à celle de la paroi des filaments mycéliens. Pour cet auteur l'exoascus correspond à la vagina de ces derniers. La doublure de l'épiplasme représente la locula des filaments et se compose probablement du plasmalemme et d'une formation de nature membranaire. Le dôme apical, toujours

Source : MNHN, Paris

lamelleux, et parfois prolongé jusque vers la base de l'asque, et le reste de l'endoascus sont constitués par des cupules épiloculaires, comparables à celles des appareils interloculaires. C'est à partir du dôme apical et de son pendentif que s'individualisent les anneaux apicaux des asques annellascés. Les bâtonnets de la nasse apicale de certains asques bituniqués sont au contraire des différenciations de la locula, de même que le ménisque réfringent qui couronne l'épiplasme.

b. Le genre *Tryblidiella* est un nouvel exemple de Discomycète Inoperculé à asques bituniqués (MUTHAPPA, 1967).

c. GREENHALGH et EVANS (1967) ont observé, pour la première fois en microscopie électronique, l'appareil apical de l'asque d'un Pyrénomycète annellascé, l'*Hypoxylon fragiforme*.

Selon ces auteurs l'exoascus n'est qu'une simple différenciation de l'endoascus. Il s'épaissit au sommet de l'asque en une « couronne » qui se prolonge en un « anneau » saillant vers le bas dans l'épiplasme. Cet « anneau », qui est formé par l'endoascus (= paroi interne de l'asque) renferme de nombreuses petites masses très denses aux électrons et sensiblement allongées dans une direction radiale. Il équivaut à ce que M. CHADEFAUD nomme le pendentif du dôme apical.

L'étude des asques du *Bulgaria inquinans* (BELLEMÈRE, 1969) révèle une structure fine plus complexe de l'anneau apical, comprenant un empilement d'éléments tubulaires à paroi dense aux électrons, irrégulièrement entremêlés de masses sphériques transparentes. En outre, au sommet de l'asque, on observe une « brosse apicale » formée d'éléments issus des couches supérieures de l'anneau et dressés perpendiculairement à la surface de l'asque, extérieurement à celui-ci, après avoir perforé l'exoascus.

2 — LES DIVISIONS NUCLÉAIRES DANS L'ASQUE.

ARAGNO (1967, p. 173) reprend l'étude cytologique de l'asque du *Rhytisma acerinum* et analyse en détail le comportement du noyau. Selon lui les interphases sont très longues et la première division de l'asque est la plus lente.

KRISTINSSON (1967) décrit les divisions de l'asque chez le *Pseudopeziza medicaginis*. ERBISCH (1967) étudie les asques de plusieurs Pertusariacées.

Source : MNHN, Paris

Lu (1967) a étudié le Pyrénomycète *Gelasinospora calospora* et insiste sur le comportement du centriole au cours des divisions nucléaires.

Schrantz (inédit) montre, en microscopie électronique, que les fuseaux de mitose peuvent être terminés, dans les asques, par des corps rappelant des centrosomes (ce qu'on savait déjà), mais n'en ayant aucunement la structure.

3 — L'ascosporogenèse.

En microscopie ordinaire, chez le *Sarcoscypha coccinea*, Aragno (1967) n'observe pas de fibres astériennes lors de la délimitation des ascospores. Celle-ci paraît s'effectuer de la façon qui a été observée jusqu'ici chez les Operculés (« spore ball » de Carroll, 1967). Ultérieurement les spores sont plurinucléées. La première division du noyau se produit avant la formation de la paroi secondaire de l'ascospore. La seconde division est simultanée pour les deux noyaux, et dépourvue d'anaphase distincte. Il en va de même de la troisième. Au total la masse de matériel nucléaire ne paraît pas varier au cours de ces divisions qui ne sont peut-être pas mitotiques (?).

Chez le *Rhytisma acerinum* Aragno (1967) a constaté un allongement du sporoplasme de part et d'autre du noyau initial de l'ascospore mais il n'a pu suivre le mécanisme de la délimitation de celle-ci.

Ziller (1968) indique que chez l'Inoperculé *Isthmiella quadrispora* Ziller les asques sont tétrasporés.

Des faits intéressants sont signalés chez divers Pyrénomycètes. Ainsi dans l'asque du *Podospora anserina* Beckett et Wilson (1968), puis Beckett, Barton et Wilson (1968), observent des noyaux dont les centrosomes interviennent dans la délimitation des ascospores. Ils décrivent des mitoses additionnelles chez ces dernières (cf. Rogers, 1968, chez les *Xylaria* et les *Hypoxylon*) ainsi que la formation des parois et des appendices. Chez l'*Hypoxylon fragiforme*, Greenhalgh et Evans (1968) observent une ultrastructure complexe des parois ascosporales. Toutes ces données montrent que les mécanismes de l'ascosporogenèse restent encore fort obscurs.

4 — Les ascospores mûres.

Mac Knight (1968) signale que les dimensions et la forme des ascospores des Discinées (Operculés) sont modifiées assez sensiblement par la potasse à 3 % ou l'acide lactique ce qui peut conduire à des erreurs de diagnose.

Source : MNHN, Paris

Chez le Lichen *Texosporium Sancti-Jacobi* (Caliciales) TIBELL et v. HOFSTEN (1968) précisent ce qu'on savait déjà au sujet de l'émission des ascospores chez les Caliciales : les ascospores sont libérées par l'éclatement des asques et enrobées dans les paraphyses accrues et modifiées, d'où la formation de diaspores d'un type particulier (mazaedium); étudiées au microscope électronique les cellules des paraphyses ainsi associées aux ascospores présentent les signes d'une grande activité métabolique.

Des figures de germination d'ascospores sont fournies par KRISTINSSON pour le *Pseudopeziza medicaginis* et par ZILLER pour l'*Isthmiella quadrispora*. Dans ce dernier cas la germination est d'un type connu par ailleurs chez les Hypodermales.

BIBLIOGRAPHIE

ARAGNO (M.), 1967. — *Ber. Schw. Bot. Gesell.*, 77, p. 173-186.

— , 1967. — *Nova Hedwigia*, 14, 4, p. 571-583.

BARTNICKI-GARCIA (S.), 1968. — *Ann. Rev. Microb.*, 22, p. 88-108.

BECKETT (A.), WILSON (I. M.), 1968. — *J. Gen. Micr.*, 53, p. 81-87.

BECKETT (A.), BARTON (R.), WILSON (I. M.), 1968. — *J. Gen. Micr.*, 53, p. 89-94.

BELLEMÈRE (A.), 1969. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 268, 18, 2252-2255.

BOISSIÈRE (J. C.), BOISSIÈRE (M. C.), 1968. — *Rev. Gén. Bot.*, 75, 891, p. 395-402.

— , 1968. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 267, 7, p. 704-707.

BRACKER (E. C.), 1967. — *Ann. Rev. Phytopath.*, 5, p. 343-374.

BRENNER (D. G.), CARROLL (G. C.), 1968. — *Jour. of Bact.*, 95, 2, p. 658-667.

BUCKLEY (P. M.), SJAHOLM (V. E.), SOMMER (N. F.), 1966. — *J. of Bact.*, 91, p. 3037-3044.

CALONGE (F. D.), 1968. — *Mycologia*, 60, 4, p. 932-942.

CHADEFAUD (M.), 1969. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 268, 7, p. 1041-1044.

CHERVIN (R. E.), BAKER (G. E.), HOHL (H. R.), 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 3, p. 241-245.

DEKHUIJZEN (H. M.), Van der SCHEER (C.), 1967. — *Nethern. Journ. Pl. Path.*, 73, 4, p. 121-125.

DELVECCHIO (V. G.), TURIAN (G.), 1968. — *J. Gen. Microb.*, 52, p. 461-465.

DURRELL (L. W.), 1967. — *Mycopath. Mycol. Appl.*, 31, p. 273-286.

ERBISCH (F. H.), 1967. — *Dissert. Abstr.*, B., 27, 7, p. 2254-2255.

ESCRUOSO (O. F.), PRICE (T. V.), WOOD (R. K. S.), 1968. — *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 51, 3 et 4, p. 405-410.

EVANS (G.), WHITE (H.), 1967. — *Journ. Exp. Bot.*, 18, 56, p. 465-470.

Source : MNHN, Paris

GINDRAT (D.), TURIAN (G.), 1967. — *Journ. Appl. Micr.*, 13, 4, p. 381-389.
GORDON (C. C.), 1968. — *Amer. J. Bot.*, 55, 1, p. 45-52.
GREENHALGH (G. N.), EVANS (L. V.), 1967. — *Brit. Myc. Soc. Trans.*, 50, 2, p. 183-188.
— , 1968. — *Journ. Roy. Micros. Soc.*, 88, p. 545-556.
KRISTINSSON (K.), 1967. — *Phytopath. Zeits.*, 60, p. 1-40.
MAC CLURE (W. K.), PARK (D.), ROBINSON (P. M.), 1968. — *J. Gen. Micr.*, 50, p. 177-182.
MAC KNIGHT (K. H.), 1968. — *Mycologia*, 60, p. 723-727.
MANOCHA (M. S.), 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 12, p. 1561-1564.
MUTHAPPA (B. N.), 1967. — *Nova Hedwigia*, 14, 4, p. 395-401.
OULEVEY-MATIKIAN (N.), TURIAN (G.), 1967. — *Archiv Mik.*, 60, 1, p. 35-58.
PEAT (A.), 1968. — *Arch. f. Mik.*, 61, 3, p. 212-222.
PITT (D.), WALKER (P. J.), 1967. — *Nature*, 215, 5102, p. 783-784.
REZNIK (H.), PEVELING (E.), VAHL (J.), 1968. — *Planta*, 78, 3, p. 287-292.
ROGERS (J. D.), 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 6, p. 865-866.
— , 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 11, p. 1337-1340.
THOMAS (P. L.), ISAAC (P. K.), 1967. — *Canad. J. Bot.*, 45, 9, p. 1473-1478.
TIBELL (L.), VAN HOFSTEN (A.), 1968. — *Mycologia*, 60, 3, p. 553-558.
VAN HOFSTEN (A.), VAN HOFSTEN (B.), 1968. — *Hereditas*, 58, p. 138-144.
WARD (E. W. B.), 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 4, p. 524-525.
ZILLER (W. G.), 1968. — *Canad. J. Bot.*, 46, 11, p. 1377-1381.

(Ecole Normale Supérieure de Saint-Cloud,
2, avenue du Palais, 92 - Saint-Cloud.)

Source : MNHN, Paris

A propos du genre Lopharia Kalchbr. et Mc Ow. em. Boidin 1959 (*)

Par J. BOIDIN (Lyon).

■

RÉSUMÉ.

L'auteur critique l'introduction dans le genre *Lopharia* des *L. heterospora, involuta, ochracea, areolata* et *cheesmannii*, mais y inclut le *Peniophora cystidiosa* Rehill et Bakshi.

L'essai de mise en ordre du genre *Stereum* sensu lato que nous tentions en 1958 et 1959 dans cette revue fut complété par l'étude des espèces non stipitées et à spores non amyloïdes (1959 b). Dans ce groupe résiduel, il avait paru notamment nécessaire de conserver le genre *Lopharia* déjà repris par CUNNINGHAM (1956) mais dans une conception nouvelle.

Depuis lors des apports ont été faits à ce genre qui ne correspondent pas toujours à notre définition. Il s'agit essentiellement des quelques *Lopharia* au sens de CUNNINGHAM (1963) ainsi que d'une espèce américaine nouvelle pour l'Europe et pour la France que D. A. REID appelle *Lopharia heterospora* (Burt) Reid (1968).

Nous remercions vivement les collègues qui nous ont envoyé du matériel vivant et des exsiccata : le Dr McNABB d'Auckland (Nouvelle-Zélande), le Dr D. A. REID de Kew (Grande-Bretagne) et le Dr JAHN (Allemagne Fédérale) ainsi que le Directeur des Royal Botanic Gardens de Kew par le prêt du type de *Lopharia cheesmannii*.

1) A propos de *Lopharia heterospora* (Burt) Reid.

Il semble que le *Stereum heterosporum* Burt soit à la fois une espèce assez rare et curieusement disséminée. Décrite par son auteur (1920) de Californie, Oregon, Arizona et du Mexique sur

(*) Hétérobasidiomycètes saprophytes et Homobasidiomycètes résupinés. 13e contribution.

Source : MNHN, Paris

eucalyptus, chêne... et autres feuillus, elle a été trouvée au Maroc par G. MALENÇON au moins deux fois : en 1952 sur *Celtis australis*, et en 1953 sur *Olea* ou *Pistacia lentiscus*; enfin elle a été retrouvée par D. A. REID en Corse (mai 1965) sur *Quercus ilex* (LY 5151). Ce dernier, en nous consultant au sujet de cette fort intéressante récolte, nous a permis d'étudier pour la première fois le champignon vivant, comblant ainsi un de nos vœux (1959 b, p. 221). Cette étude nous a confirmé dans l'idée qu'il s'agit d'un vrai *Peniophora* du groupe *cinerea*. Sa place dans notre clé (1965, p. 213) serait non loin de *Peniophora quercina* et *rufomarginata* dont il a en gros la structure, mais ses hyphes sont moins gélifiées, montrent une tendance au dimitisme avec des sortes de pseudocystides; le brunissement des éléments de l'hyménium est très marqué et surtout c'est un champignon à marge pâle puis décollée, et même beaucoup plus réfléchi à l'état frais que les deux autres *Peniophora*; il rappelle beaucoup à l'œil nu *Lopharia spadicea* mais est moins olivacé et plus coriace.

Les caractères essentiels du genre *Peniophora* : spores orangées en masse, tétrapolarité, vitesse de croissance des mycéliums,... s'ajoutent à l'impression visuelle. BURT compare son espèce à *Stereum albo-badium* et la place auprès de *Stereum versiforme*; ces deux espèces sont de vrais *Peniophora*.

Si les caractères des fructifications et des cultures parlent en faveur du rattachement au genre *Peniophora*, on peut, avec REID, souligner cependant la tendance à la différenciation d'hyphes squelettiques et de pseudocystides au sommet bruni. Cette tendance se retrouve dans le genre satellite *Duportella* (J. BOIDIN, 1963).

Pour clore de manière irréfutable ce problème nous pourrons en outre refaire état ici d'un résultat obtenu par J.-C. LÉGER (1968) : l'anastomose végétative entre des hyphes de *P. quercina* et de *P. heterospora*. Une telle fusion cytoplasmique, si elle n'indique pas une identité spécifique — ces deux espèces sont inter-stériles — est la preuve d'une très étroite parenté.

Au moment d'envoyer ce papier, nous recevons de notre collègue H. JAHN un très bel exemplaire récolté par H. NEUBERT le 4 avril 1969 aux Iles Lipari sur *Spartium junceum* (LY 6428). Il nous permet de confirmer la couleur rose des spores en masse. Dans ce beau spécimen nous avons pu en outre observer d'étroites gloeocystides au contenu peu dense mais réagissant sensiblement au sulfoanisique.

Source : MNHN, Paris

Etude des mycéliums (LY 5151-LY 6428).

GERMINATION : les spores uninucléées germent en mycélium aux articles uninucléés.

MONOSPERME : hyphes sans boucles, aux articles uninucléés; la confrontation d'haplontes du LY 5151 faite par J.-C. LÉGER (résultat inédit) révèle la tétrapolarité de cette espèce :

A_1 B_1 2-3-7-8
A_1 B_2 1-9
A_2 B_2 10
A_2 B_1 4-5-6

Fausses boucles dans la confrontation 5 × 7.
Les tests d'interfertilité ont été positifs dans les confrontations de monospermes du 6428 avec les quatre pôles du 5151.

POLYSPERME :

Croissance : rapide.
Aspect : marge tomenteuse, régulière. Mycélium aérien grumeleux, blanc, ne cachant pas le milieu, s'épaississant ensuite pour former de larges plages feutrées, denses, mates, bosselées, marbrées de blanc, de brun clair (M. 7,5 YR 7/4, isabelle terne) (1), de brun foncé (M. 7,5 YR 5/6, havane). Ce mycélium s'arrache comme une peau cohérente et difficile à couper. Dessous brun par plages, notamment dans les parties âgées où une nette diffusion entoure la bouture. Odeur fongique faible. Sous l'influence de la lumière, le mycélium aérien est plus élevé, plus hirsute, strigueux et les teintes sont un peu plus rosées.

Microscopie :
marge : hyphes sinueuses, × 3 à 5 μ, à boucles constantes; rameaux courts dont l'extrémité se vide fréquemment. En arrière, hyphes plus régulières, à paroi un peu ferme; boucles constantes et nombreuses cloisons de retrait. Quelques renflements terminaux atteignent 12 μ de diamètre; *mycélium aérien* formé d'hyphes brunes à paroi épaisse jusqu'à 0,5 μ, bouclées;
boucles : constantes, sur les hyphes vivantes.

(1) Nous avons employé le Code de la Munsell Color Company, Baltimore, U.S.A., « Munsell soil color charts » (1954).

Source : MNHN, Paris

Cytologie : articles binucléés.

Code (2) : 2-3C-9-14-26-32-(37)-39-43-(53)-54-60-61.

2) *Lopharia* sensu CUNNINGHAM, 1963.

Dans son monumental travail, G. H. CUNNINGHAM signale 7 *Lopharia* dont 3 étaient auparavant considérés comme tels. Les quatre autres sont *L. involuta* (Kl.) Cunn., *L. cheesmannii* (Wakef.), *L. ochracea* Cunn. et *L. areolata* Cunn.

Lopharia involuta est une *Podoscyphaceae* bien connue; on ne peut hésiter qu'entre les genres *Podoscypha* et *Cymatoderma*.

Lopharia ochracea Cunn. (vu paratype 7982 et 17454) a des spores amyloïdes et des cystides d'*Amylostereum;* comme tous les représentants connus de ce genre, il croît sur conifères. Il serait indispensable de le comparer à *Amylostereum areolatum* (Fr.) Boidin récemment reconnu en Australie comme un dangereux attaquant des forêts de Pins en association avec les Hyménoptères du genre *Sirex* (TALBOT 1964, GAUT 1969) avant de faire le transfert.

Lopharia areolata Cunn. (vu le paratype 17703 et les n°° 5727, 14073, 15679) n'a aucun rapport avec l'*Amylostereum* de même nom. C'est une espèce à spores non amyloïdes, au contexte assez lâche, qui rappellerait de ce fait plutôt le genre *Laeticorticium*, mais *L. areolata* est dépourvu de dendrophyses. Par contre il contient des cystides incrustées qui naissent généralement dans l'hyménium même, le contexte, sans boucles étant pratiquement monomitique. La position dans le genre *Lopharia* est donc fort critiquable.

Lopharia cheesmannii dont nous avons pu étudier le type (K) est une espèce à spores amyloïdes très finement échinulées; elle appartient au genre *Laurilia* où il ne faudrait la transférer qu'après s'être assuré qu'elle est distincte de *Laurilia sulcata* et de *L. taxodii*, ce qui reste à prouver.

L'homogénéité et la valeur du genre *Lopharia* tel que nous l'acceptions en 1959 n'est pas certaine; nous l'avions d'ailleurs découpé en trois groupes A, B et C.

Il est hors de doute que des adjonctions telles que *Lopharia involuta, ochracea, areolata, cheesmannii, heterospora* sont

(2) Selon M. K. NOBLES (*Can. J. Bot.*, **43** : 1097, 1964) complété par J. BOIDIN (*Cah. Maboké*, **4** : 6, 1966).

Source : MNHN, Paris

inacceptables à des titres divers, et feraient du genre *Lopharia* un ramassis presqu'aussi disparate que l'ancien genre *Stereum* lui-même.

On doit par contre placer dans le genre *Lopharia* gr. A : *Lopharia cystidiosa* (REHILL et BAKSHI, Indian For. Bull. *242 :* 4; 1965, *ut Peniophora*) *nov. comb.*, curieuse espèce bouclée à structure de *L. crassa*.

BIBLIOGRAPHIE

BOIDIN J., 1958. — Hétérobasidiomycètes saprophytes et Homobasidiomycètes résupinés : V. Essai sur le genre *Stereum* Pers. ex S. F. Gray. *Rev. de Mycol. Paris, 23 :* 318-346.

— 1959a. — *Ibid. :* VI. Essai sur le genre *Stereum* sensu lato (Deuxième contribution). *Rev. de Mycol. Paris, 24 :* 197-225.

— 1959b. — *Ibid. :* VII. Essai sur le genre *Stereum* sensu lato (Troisième contribution). *Bull. Soc. Linn. Lyon, 28 :* 205-222.

— 1963. — The position of *Duportella tristicula* Pat. (Basidiomycètes : *Thelephoraceae*). *Biologia Lahore, 9 :* 33-38.

— 1965. — Le genre *Peniophora sensu stricto* en France. *Bull. Soc. Linn. Lyon, 34 :* 161-219.

CUNNINGHAM G. H., 1956. — *Thelephoraceae* of New-Zealand. Parts VII and VIII. *Trans. Roy. Soc. New-Zeal., 83 :* 621-636.

— 1963. — The *Thelephoraceae* of Australia and New-Zealand. *Bull. n° 145 New-Zeal. Dpt. Sc. Ind. Res.*, 359 p., 200 fig.

GAUT I. P. C., 1969. — Identity of the fungal symbiont of *Sirex noctilio*. *Austr. J. biol. sci., 22 :* 905-914.

LÉGER J. C., 1968. — Utilisation des anastomoses végétatives dans la reconnaissance des affinités interspécifiques : Etude du genre *Peniophora* Cke sensu stricto (Basidiomycètes). *Bull. Soc. Mycol. France, 84 :* 505-511.

REID D. A., 1968-69. — Spring Fungi in Corsica. *Rev. de Mycol. Paris, 33 :* 3-27 et 232-267.

TALBOT P. H. B., 1964. — Taxonomy of the Fungus associated with *Sirex noctilio*. *Austr. J. Bot., 12 :* 46-52.

(*Laboratoire de Microbiologie et Mycologie, Faculté des Sciences, Lyon.*)

Source : MNHN, Paris

Quatrième contribution à l'étude des Ustilaginales parasites du Bassin Méditerranéen Occidental

(Afrique du Nord, Espagne, Italie)

Par L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT (Grignon et Rabat) (1).

(Pl. hors-texte XI.)

■

RÉSUMÉ.

Les trente-deux nouvelles récoltes signalées dans cette note permettent d'accroître les connaissances relatives aux Ustilaginales du secteur géographique considéré. Deux nouvelles espèces sont décrites: *Entyloma kundmanniae* sur *Kundmannia sicula* et *Ustilago mesatlantica* sur *Aegilops? triuncialis*. Une variété nouvelle, *Ustilago penniseti* var. *verruculosa*, est signalée sur *Pennisetum ciliare* et *dichotomum*. Une combinaison nouvelle, *Tuburcinia corsica* (Mayor et Terrier) sur *Stipa tortilis*, est proposée.

De nouveaux échantillons d'*Entyloma atlantica* sur *Geranium malviflorum* permettent de modifier et de préciser la diagnose originale. L'attention est également attirée sur quelques espèces peu communes telles que *Sorosporium punctatum*, *Tilletia hordei* et *Ustilago macrochloae*.

Entyloma atlantica Massenot

sur les feuilles de *Geranium malviflorum* Boiss. et Reut., au Maroc.

Ce parasite, déjà signalé du Haut Atlas marocain (2), a été retrouvé depuis, à trois reprises, dans le Moyen Atlas où il ne semble pas très rare :

---

(1) Les trois premières parties de ce travail ont été publiées dans la *Rev. Path. Vég. Ent. Agr. France*, 34 (4), p. 181-216, 1955, 37 (2), p. 187-196, 1958, et 39 (3), p. 165-172, 1960.

Les dessins au trait qui accompagnent le texte ont été exécutés par G. RAYNAL, assistant au Laboratoire de Botanique et Pathologie végétale de l'E.N.S.A. de Grignon.

(2) L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT. — *Rev. Path. Vég. Ent. Agr. Fr.*, 37 (2), 187-196, 1958.

Source : MNHN, Paris

— Djebel Hebbri (Moyen Atlas), alt. 2 000 m, 9 mai 1961, G. MALENÇON.

Les macules, de petite taille (0,5-1,5 mm diam.), ne sont pas cernées du large halo violacé signalé dans la diagnose initiale.

Les premiers symptômes se manifestent à la face supérieure des feuilles sous la forme de taches punctiformes pourprées. Ces taches s'élargissent en même temps qu'elles se décolorent à partir du centre, réduisant la zone pourprée à un liséré de plus en plus étroit, jusqu'à devenir parfois à peine visible. A la face inférieure, apparaissent des houppes conidiennes blanches portées par de courts conidiophores. Sur les macules âgées, ces formations sont remplacées par un tapis mycélien pulvinacé blanc sale, parfois rosâtre, parsemé de très nombreuses conidies. Longtemps unicellulaires et pluriguttulées, les conidies peuvent prendre, avec l'âge, trois ou quatre cloisons et mesurent 45-50 × 2,5-2,7 μ.

Les spores, disposées en files dans le tissu palissadique du parenchyme foliaire, apparaissent isolées dans le parenchyme lacuneux. Plus petites que celles antérieurement décrites par nous, 12-17 × 9-14 μ, du fait d'une moindre épaisseur de la coque externe, 1-2 (3 μ), elles semblent parfaitement lisses en surface.

Par cet ensemble de caractères, cette récolte se rapproche d'*Entyloma erodianum* Sacc. dont les spores lisses, à épispore épaisse de 1,5 μ, ont un diamètre de 9 à 15 μ.

– Bords de l'Oued Tizguit, val d'Ifrane (Moyen Atlas), alt. 1 500 m, 3 avril 1963, G. MALENÇON.

Plus proche du type par les caractères macroscopiques, cette récolte se signale par des chlamydospores lisses, assez petites, 12,5-16 μ en diamètre, à coque externe relativement mince, 1-3 μ. Les conidies mesurent 30-42 × 1,5-2,5 μ.

– Station de Biologie végétale d'Ifrane (Moyen Atlas), alt. 1 650 m, 28 avril 1965, G. MALENÇON.

L'examen de deux lésions, l'une jeune, l'autre âgée, prises sur la même feuille montre que l'épaisseur de la coque externe se modifie avec l'âge mais reste toujours nettement plus importante que chez les spores d'*E. erodianum*.

Chez les spores encore jeunes, quoique bien formées et colorées, cette enveloppe est épaisse de 2 à 4 μ et paraît assez molle; sur les spores mûres, elle semble devenue plus ferme et diminue

Source : MNHN, Paris

sensiblement d'épaisseur 1-2 (3 μ). Dans les unes, comme dans les autres, la spore intérieure, revêtue d'une membrane interne dont l'épaisseur n'atteint pas 1 μ, conserve sensiblement la même taille, le plus souvent 9-11 μ. Dans ces conditions, le diamètre total varie évidemment avec l'épaisseur de la coque (14-18 μ pour les spores jeunes et 13-15 μ par exemple pour les spores mûres).

A la suite de l'examen de ces diverses récoltes, *E. atlantica* apparaît un peu moins éloigné d'*E. erodianum* que ne le prétend la description première, mais s'en distingue toutefois nettement :

- par des macules foliaires plus étendues, jamais gris plombé, souvent nettement bordées de brun violacé;
- par des spores plus grandes, entourées d'une coque parfois très épaisse;
- par la présence constante d'un stade conidien;
- par son habitat localisé au *Geranium malviflorum*, endémique des montagnes du Bassin méditerranéen occidental, à l'exclusion d'autres Géraniacées.

Ces données nouvelles nous amènent à préciser la diagnose antérieurement donnée de cette nouvelle espèce :

Entyloma atlantica Massenot, emend.

Maculis determinatis, amphigenis, primum purpureis, dein albo-luteolis, plerumque brunneo-violaceo cinctis, planis vel leniter convexis, 0,5-5 × 0,5-3 mm.

Sporis dense aggregatis in parenchymate folii, globosis vel irregulariter angulatis, 12-21 × 9-17 μ, hyalinis vel leniter viridis, levis vel rarius granulosis, membrana irregulariter crassa, exosporio 1-2 usque 4 μ, endosporio 0,8-1 μ crasso.

Conidiis filiformibus, rectis vel curvulis, pluriguttulatis continuisque, dein 3-4 septatis, hyalinis, 20-58 × 1,5-2,7 μ.

Hab. in foliis vivis Geranii malviflori, *Maroc* (*Moyen et Haut Atlas*).

Entyloma cynosuri Frag. et Cif.

sur les feuilles de *Cynosurus echinatus* L., Maroc : friches à Azrou (Moyen Atlas), alt. 1 500 m, 23 juin 1963, G. MALENÇON.

Les sores noirs, crustacés, ovoïdes ou losangiques mesurent 1 à 1,5 mm de long sur 0,5 à 1 mm de large; ils sont striés par les nervures fortement proéminentes de la feuille et peuvent par confluence former des amas de 5 à 6 mm de long sur 2 à 3 de large.

Source : MNHN, Paris

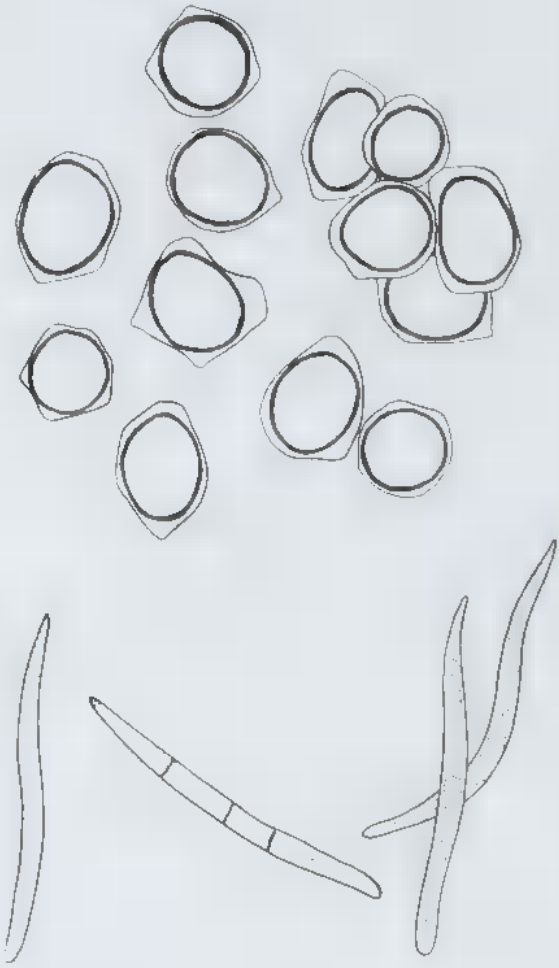


Fig. 1. — *Entyloma atlantica* Massenot
sur *Geranium malviflorum* Boiss. et Reut. : spores et conidies (× 1000).

Source : MNHN, Paris

Les spores, densément groupées dans le mésophylle, sont d'abord réunies en glomérules de 4 à 10 spores qui se dissocient ultérieurement; elles sont de formes très diverses, globuleuses, ovoïdes, réniformes, parfois polygonales, de couleur brun olivâtre à brun châtain assez foncé et mesurent 7-15 × 6-12 μ; elles présentent assez fréquemment une papille hyaline et leur épispore est épaisse d'environ 1 μ.

Récolté en premier lieu en Espagne sur *Cynosurus aureus* et *echinatus* f. *erroneus* (R. CIFERRI, 1925), le parasite a été retrouvé sur *C. echinatus* à Madère (G. VIENNOT-BOURGIN, 1938-39), puis sur *C. echinatus* et *polybracteatus* en diverses localités du Maroc septentrional (L. UNAMUNO, 1940-42), enfin sur *C. aureus* et *echinatus* dans l'île de Grande Canarie (J. URRIES, 1957). Ce dernier auteur signale dans cette même île la présence d'un *Entyloma* sur *Trisetaria pumila* qui ne se distingue d'*E. cynosuri* que par des spores plus foncées.

Entyloma kundmanniae G. Malençon et M. Massenot n. sp.

sur les feuilles de base de *Kundmannia sicula* (L.) DC., Maroc : Salé, près Rabat, 12 mai 1964, G. MALENÇON.

Le parasite forme, sur les feuilles, des macules amphigènes, mais surtout hypophylles, de 1 à 2 mm de large, polygonales, nettement limitées par les nervures, sans auréole discolore, planes sur le frais, un peu saillantes à sec, blanches puis ocracées, chargées du côté inférieur de houppes conidiennes sortant par les stomates.

Les spores, typiquement globuleuses, parfois ellipsoïdes ou quelque peu polyédriques, hyalines puis jaune clair, à membrane épaisse (1 μ), polystrate et lisse, sont isolées ou en courtes chaînes et mesurent 10-13 μ de diamètre. Les conidies, fusoïdes ou en alène, hyalines, droites ou légèrement sigmoïdes, non cloisonnées, mesurent 15-30 × 2,5-3,5 μ.

On connaît actuellement dix-sept espèces d'*Entyloma* susceptibles de former des macules foliaires sur les Ombellifères. Leurs caractéristiques essentielles sont relatées brièvement ci-dessous :

— *E. magocsyanum* Bubak sur *Tordylium maximum* en France (près Montpellier), Hongrie et Roumanie.

Sores 1-3 mm.

Spores 9-13 μ, jaune-brun, lisses, épispore 1-1,5 μ.

Conidies non signalées.

Source : MNHN, Paris

— *E. hydrophilum* Sacc. et Paol. sur *Sium cicutaefolium* en URSS.

Macules 2 mm.
Spores 15-18-24 μ, brunes, épispore 1,5-2 μ.
Conidies non signalées.

— *E. flavum* Cif. sur *Sium erectum* et *latifolium* en Allemagne, France (près Montpellier) et Suède.

Macules 1 mm.
Spores 8,5-10 × 9-12 μ, jaunâtres, épispore 1,5-2 μ.
Conidies non signalées.

— *E. helosciadii* Magn. sur *Helosciadium nodiflorum* en Allemagne, France, Grande-Bretagne, Italie et Afrique du Nord.

Macules 1-2 mm, pustuleuses.
Spores 7,5-10 × 6-6,5 μ, hyalines.
Conidies 9-11 × 2,5-4 μ.

— *E. bupleuri* Lindroth sur *Bupleurum glaucum* et *subovatum* en France et Israël.

Spores 13-16 μ, hyalines.
Conidies non signalées.

— *E. pastinacae* Jaap (1) sur *Pastinaca opaca, sativa* et *silvestris*, en France, Roumanie et Yougoslavie.

Macules 1-5 mm.
Spores 8-15 μ, jaune pâle, épispore 1-2 μ.
Conidies 20 × 1-2 μ.

— *E. eryngii* (Cda) de Bary sur *Eryngium campestre* et *maritimum* en Europe et Amérique du Nord.

Sores 0,5-1,5 mm, pustuleux.
Spores 7-21 μ, jaunâtres, épispore 1,5-2 μ.
Conidies non signalées.

— *E. eryngii-dichotomi* Maire sur *Eryngium dichotomum* en Algérie.

Sores 0,5-2 mm, pustuleux.
Spores 8-12 μ, brunâtres, épispore 2 μ.
Conidies 13-18 × 1,5-2 μ.

— *E. eryngii-tricuspidati* Maire sur *Eryngium tricuspidatum* et *creticum*, en Afrique du Nord et Israël.

Macules 0,5-2 mm, planes.

---

(1) Une étude particulière a été faite de cette espèce : cf. M. Massenot, Quelques récoltes d'Ustilaginales. 7e note (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1, p. 124, 1966).

Source : MNHN, Paris

Spores 8-13 μ, brun pâle, épispore 2-3 μ.
Conidies non signalées.

— *E. eryngii-plani* Cif. sur *Eryngium planum* en Allemagne, Italie et URSS.

Macules 2-3 mm, planes.
Spores 9-14 μ, jaune-brun, épispore 1,5-2,5 μ.
Conidies non signalées.

— *E. maroccanum* Maire *sur Eryngium maroccanum* au Maroc.

Macules 1-1,5 mm.
Spores 7-11 μ, subhyalines, épispore 2-3 μ.
Conidies rares.

— *E. argentinense* (Speg.) Cif. sur *Eryngium nudicaule* en Argentine.

Sores 2-6 mm, pustuleux.
Spores 12-16 μ, subhyalines à olivâtres, épispore 1,5-3 μ.
Conidies non signalées.

— *E. fimbriatum* Fischer sur *Hydrocotyle ranunculoides* aux Etats-Unis.

— *E. hydrocotyles* Speg. sur *Hydrocotyle cryptocarpa* en Argentine.

— *E. saniculae* Peck sur diverses espèces de *Sanicula* aux Etats-Unis.

— *E. debonianum* Sacc. sur *Oenanthe globulosa* à Malte.

Sores 0,5-0,6 mm, pustuleux.
Spores 16-17 μ, brun olivâtre, épispore 1 μ.
Conidies non signalées.

— *E. oenanthes* Maire sur *Oenanthe apiifolia* en Corse.

Macules 1 mm.
Spores 8-14 μ, hyalines, épispore 1-1,5 μ.
Conidies non signalées.

Signalons, à propos de cette dernière espèce, une faute d'impression dans la diagnose donnée par SACCARDO, faute qui, à la suite d'une interprétation malheureuse de CIFERRI, a été reprise par la plupart des auteurs : in SACCARDO (*Syll.*, XVII, p. 482), on peut lire : « Sporis... 8-4 μ diam. »; CIFERRI, 1938 a interprété 4-8 μ. En réalité, R. MAIRE (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, Session extraordinaire tenue en Corse, mai-juin 1901, p. CCVIII) a écrit : « Spores 8-14 μ. »

Source : MNHN, Paris

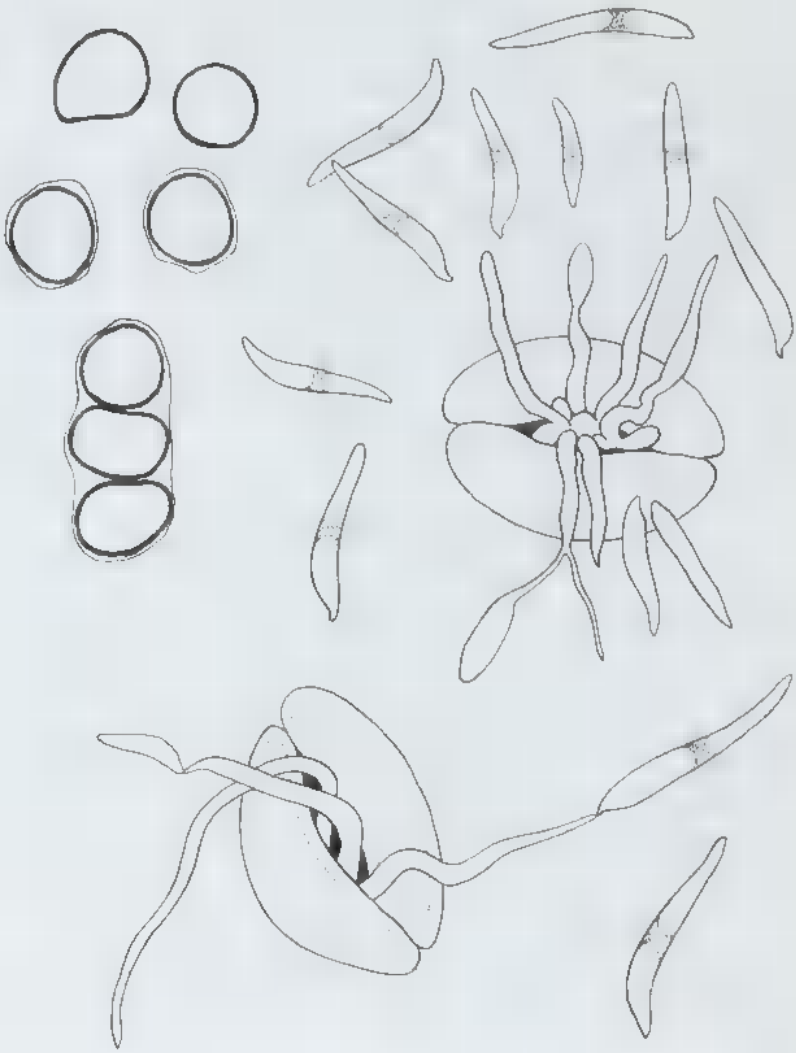


Fig. 2. — *Entyloma kundmanniae* G. Malençon et M. Massenot sur *Kundmannia sicula* (L.) DC. : spores et conidies (× 1000).

Source : MNHN, Paris

D. A. Reid (*Tr. Brit. Myc. Soc.*, 1957, p. 198), à l'occasion d'une récolte sur *Oenanthe crocata* (le support d'*E. oenanthes* est *Oe. apiifolia* = *crocata* f. *apiifolia* Willk.), rectifie cette erreur, mais, du fait de la présence de conidies, rapporte son échantillon à *E. helosciadii* en mentionnant qu'*E. oenanthes*, malgré l'absence de conidies, est vraisemblablement synonyme d'*E. heliosciadii*.

Pour en revenir au parasite marocain de *Kundmannia sicula*, il apparaît qu'aucune des dix-sept espèces décrites sur Ombellifères ne répond parfaitement à la description que nous avons faite. La grande taille des conidies et la faible épaisseur de la membrane des spores ne permettent pas, en effet, de rapporter cette récolte à l'une ou à l'autre des espèces pour lesquelles l'aspect des macules et les dimensions des spores seraient sensiblement identiques.

Seule, l'espèce de Maire, *E. oenanthes*, présente des affinités marquées avec le parasite de *Kundmannia sicula*. Il est intéressant de noter à ce propos que les deux genres *Oenanthe* et *Kundmannia* sont systématiquement proches puisque classés l'un et l'autre dans la même sous-tribu des *Oenanthées* Rouy et Cam. Cependant, R. Maire n'a pas signalé de conidies pour son espèce, ce qui ne veut pas dire que *E. oenanthes* soit incapable d'en former. Si l'on admet que la récolte de Reid appartient à *E. oenanthes*, qui depuis sa description n'avait jamais été retrouvé, on doit constater que les conidies décrites par l'auteur anglais (10-14 × 2-3 μ) diffèrent notablement de celles observées sur *K. sicula* (15-30 × 2,5-3,5 μ) et que ses spores sont un peu plus petites (7-12 μ contre 10-13 μ) et à membrane plus épaisse (1-1,5 μ sur *Oe. crocata*, ne dépassant pas 1 μ sur *K. sicula*). Quant à la mise en synonymie d'*E. oenanthes* et d'*E. heliosciadii*, elle reste hypothétique tant que la récolte de Maire, non retrouvée malgré nos recherches, n'aura pas été examinée.

Pour toutes ces raisons, il nous semble justifié de proposer comme espèce nouvelle le parasite marocain de *K. sicula* avec la diagnose suivante :

Entyloma kundmanniae G. Malençon et M. Massenot n. sp.

Maculis determinatis hypophyllis, saepe amphigenis, polygonatis, planis vel leniter convexis, albis vel ocraceis, 1-2 mm latis.

Sporis globosis, ellipsoideis vel leniter angulatis, hyalinis vel luteolis, membrana usque 1 μ crassa, 10-13 μ in diametro.

Source : MNHN, Paris

Conidiis fusoideis, hyalinis, rectis vel leniter sigmoideis, continuis, 15-30 × 2,5-3,5 μ.

Hab. in foliis vivis Kundmanniae siculae, *Africa septentrionalis, Maroc.*

Sorosporium punctatum Malençon et Yen

dans les inflorescences de *Panicum repens* L., Maroc : Rabat, Avenue de la Victoire, 23 mai 1967, G. Malençon (n° 5938).

Au siècle dernier et au début de ce siècle, le charbon des inflorescences de *Panicum repens* était généralement rapporté à *Ustilago digitariae* (Kunze) Rabh., dont la diagnose originale fait état de sores détruisant entièrement les fleurs, rachis et parties supérieures des chaumes de *Panicum glabrum, repens* et *sanguinale,* et de spores globuleuses ou ovoïdes-anguleuses, lisses, brun orangé, mesurant 6-9 μ en diamètre.

En 1939, Clinton (in Zundel, *North American Flora*, 7, p. 998) propose la nouvelle combinaison *Sphacelotheca digitariae* (Kze) Clinton.

Ultérieurement, G. W. Padwick, 1946 (*Mycological Papers*, n° 17), dans un chapitre dont le titre « Smut of *Panicum repens* » témoigne de l'embarras de l'auteur, décrit au Bengale un charbon des inflorescences de *P. repens* dont il a pu suivre l'évolution au cours du temps. Dans les exemplaires jeunes, l'inflorescence est transformée en un corps noirâtre long jusqu'à 5 cm et épais de 2 à 3 mm, d'abord enveloppé d'une mince et délicate membrane blanche puis grise, formée de 3 à 4 assises de cellules fongiques rectangulaires, hyalines, membrane qui se dissocie rapidement et dont on ne trouve plus trace dans les exemplaires âgés.

A l'intérieur du sore jeune, on observe une colonnette de tissus blancs constitués à la fois par les axes de l'inflorescence et par du mycélium. Les spores sont, en particulier à la base du sore, d'abord groupées en glomérules de plusieurs centaines de spores entourés par du mycélium hyalin. Ces glomérules se dissocient rapidement tandis que le mycélium disparaît. Ce stade est donc très fugace et, dans les spécimens âgés, les spores apparaissent isolées, brunes, lisses, mesurant 5,3-7,3 × 5,3-6,7 μ.

Ce charbon ressemble à *Sphacelotheca digitariae* sauf en ce qui concerne l'arrangement des spores en glomérules. G. W. Padwick fait observer que Clinton avait déjà noté que « dans les stades jeunes, les spores sont souvent groupées en glomé-

Source : MNHN, Paris

rules mais pas d'une manière suffisamment définie pour placer le champignon dans le genre *Sorosporium* »; il pense que CLINTON n'a pas eu la possibilité d'examiner d'exemplaires suffisamment jeunes et propose la nouvelle combinaison : *Sorosporium digitariae* (Kunze) Padwick.

En admettant que l'assimilation de la récolte indienne de PADWICK à l'espèce de CLINTON soit justifiée, on peut penser que la position générique de l'espèce *digitariae* est une question d'appréciation relativement secondaire. Pour notre part, nous sommes assez tentés d'adopter les vues de BRITA LINDEBERG, 1959 qui, dans ses « Ustilaginales of Sweden », déclare, page 148 : « Various graminicolous species of *Sphacelotheca* have their closest kins in species of *Ustilago* » et plus loin : « The genus *Sorosporium* is, at least in part, too near *Ustilago* to be regarded as a good genus. This refers especially to such graminicolous species as *S. reilianum* which hybridizes freely with *U. maydis* and *S. syntherismae* which hybridizes with *U. destruens*. They should clearly be transferred to *Ustilago*. The type species of the genus, *S. saponariae*, is of another affinity, and the genus is retained for it. »

Pour revenir au charbon des inflorescences de *Panicum repens*, le problème, s'il se limitait là, serait relativement simple.

Cependant, sur *P. repens*, ont été signalées d'autres Ustilaginales. En 1918, SAWADA décrit, sur les inflorescences et les tiges de *Panicum proliferum*, à Formose, *Ustilago formosoana* dont les spores brun rougeâtre pâle, lisses à finement échinulées, mesurent 5-7 × 5,5 à 6 μ. Selon TANAKA (1922), cette espèce est différente de *U. panici-proliferi* Henn., décrit au Mexique sur *P. proliferum acuminatum*, dont les spores brun olivâtre pâle, lisses, mesurent 7-9 μ en diamètre. En 1928, SAWADA transfère son *Ustilago* dans le genre *Sorosporium*.

En 1933, R. CIFERRI décrit à Java, sur *P. repens*, *Ustilago overeeimi*, à sores longs de 2 à 3 cm et spores brun jaunâtre à brun clair, lisses mais fortement ponctuées, mesurant 5-7 μ en diamètre.

C'est à cette dernière espèce que G. VIENNOT-BOURGIN (1939), selon l'avis de H. SYDOW, rapporte une récolte sur *Panicum repens* de l'île de Madère.

Mais, dans cet échantillon dont la description s'accompagne d'une excellente photographie, G. MALENÇON, 1945 reconnaît sans ambiguïté l'espèce qu'il a décrite en 1937, en compagnie de

Source : MNHN, Paris

Fig. 3. — A gauche : *Sorosporium punctatum* Malençon et Yen sur *Panicum repens* L. (× 2) ; à droite : *Tuburcinia corsica* (Mayor et Terrier) L. Guyot et M. Massenot sur *Stipa tortilis* Desm. (× 2).

Source : MNHN, Paris

W. Y. Yen, sous le nom de *Sorosporium punctatum* Malençon et Yen, sur *Panicum repens* au Maroc.

Cette dernière espèce est caractérisée par des sores envahissant l'ensemble de l'inflorescence, laquelle est transformée en un corps cylindracé, dressé ou courbé, mesurant 6-7 × 0,4-0,5 cm, d'abord enveloppé d'une membrane mince de couleur crème brunâtre qui se rompt à maturité pour libérer des spores. Ces dernières, d'abord groupées en glomérules qui se dissocient facilement avec l'âge, brun olivâtre, distinctement et assez lâchement ponctuées-verruqueuses, mesurent 7-9 × 5-6 μ.

A partir de 1949, il convient de tenir compte des travaux de Lee Ling (1949, 1951, 1953), qui propose, d'une manière qui peut paraître abusive, d'importants regroupements et rattache finalement à *Sorosporium formosoanum* (Saw.) Saw. de nombreuses espèces décrites sur le genre *Panicum*, en particulier sur *P. repens*, espèces dont certaines ont été jusqu'à présent passées sous silence et qui sont les suivantes :

- *Ustilago amadelpha* Syd. var. *glabriuscula* Cif.
- *Ustilago digitariae* (Kze) Rab. f. *panici repentis* Kühn
- *Ustilago formosoana* Saw.
- *Ustilago overeeimi* Ciferri
- *Ustilago pallida* Körn
- *Sorosporium beeli* Zundel
- *Sorosporium kinshasaensis* Zundel
- *Sorosporium panici* Beeli
- *Sorosporium panici* var. *kinshasaensis* Beeli
- *Sorosporium punctatum* Mal. et Yen
- *Sorosporium yoshinagae* Zundel

Lee Ling, 1953 (in *Farlowia*, 4, p. 305) donne la diagnose globale dont les traits essentiels sont :

— sores longs de 4 à 10 cm, détruisant les inflorescences, entourés d'une fine membrane brune;

glomérules 60-195 × 45-115 μ;

— spores brun olivâtre, finement ponctuées, 5-7,5 × 4,5-6,5 μ, dans les inflorescences de *Panicum repens* à Formose (loc. type), Fukien, Ceylan, Indes, Japon, Java, Europe, Afrique.

Les vues de Lee Ling ont peut-être, aux yeux de certains, l'incontestable avantage de simplifier les choses puisqu'elles tendent, en fait, à ramener à *Sorosporium formosoanum* (ou *Ustilago formosoana*) la plupart, sinon la totalité des récoltes

Source : MNHN, Paris

de charbons des inflorescences de *Panicum repens*, tandis qu'*Ustilago* (*Sphacelotheca* ou *Sorosporium*) *digitariae* ne concerne plus que le charbon des inflorescences de *Digitaria sanguinalis*.

Reste à savoir si cette simplification correspond à la réalité. Il est bien délicat de répondre à cette question sans faire une révision complète du problème et sans avoir revu, en particulier, les types de toutes les espècees décrites sur *Panicum repens*, ce qui semble une tâche très difficile, sinon impossible, à réaliser.

C'est pourquoi nous préférons maintenir, au moins provisoirement, *S. punctatum* pour désigner la récolte marocaine. Cette solution nous paraît plus avantageuse car, tout en laissant entière facilité aux partisans des grandes espèces d'effectuer la correction qu'ils estiment nécessaire, elle offre aux tenants des petites espèces le vocable le plus convenable parmi l'ensemble des synonymes proposés.

S. punctatum a été signalé à plusieurs reprises sur *P. repens* au Maroc : à Rabat et Boucheron (G. Malençon et W. Yen, 1937), Kenitra (Port-Lyautey), Oued Fouarat, Oued el Akhal (Gharb) (R. Maire et R. G. Werner, 1937). Il a été récolté sur le même hôte en Israël, Yargon banks et Wadi Falik (T. Rayss, 1952), et, sur *P. numidianum* (station précise non mentionnée), par J. Palti, M. Chorin et I. Reichert (1966).

Cette nouvelle récolte de *S. punctatum* présente les caractères suivants :

Les glomérules, bien définis sont, dans les stades jeunes, nichés dans un faux tissu formé d'hyphes hyalins articulés, grossièrement parallèles mais qui forment une enveloppe assez lâche autour de chaque glomérule.

Ultérieurement, cette enveloppe mycélienne disparaît et les glomérules sont libérés. Ils sont formés d'un nombre variable de spores pouvant sans doute atteindre plusieurs centaines chez les plus gros. Dans ce cas, seules les spores de la périphérie sont visibles car la masse du glomérule est noire et absolument opaque. Les glomérules mesurent 30-95 × 25-70 μ; parvenus à complète maturité, ils se dissocient et relâchent progressivement leurs spores. Ces dernières, globuleuses mais à contour polygonal, ponctuées-verruqueuses, brun olivâtre, mesurent 5,5-7,5 × 5-7 μ.

Source : MNHN, Paris

Sphacelotheca andropogonis (Opiz) Bubak

dans les inflorescences d'*Andropogon hirtus* L.

— Espagne : friches aux environs de Marbella (Andalousie), 13 avril 1959, G. MALENÇON.

— Sicile : entre Palerme et le Lac di Piana d'Albanesi, 300 m alt., 2 août 1967, L. GUYOT.

Les spores, globuleuses, anguleuses, brun-châtain à brun olivâtre, assez densément échinulées-verruculeuses, mesurent 8-11 μ de diamètre.

La plupart des descriptions font état de spores ponctuées ou granuleuses. Dans les deux échantillons examinés, l'ornementation est nette — particulièrement pour l'échantillon espagnol — et se présente sous la forme d'échinulations assez serrées, coniques, visibles aussi bien en surface de la spore qu'à la périphérie au travers de la membrane sporale.

Sphacelotheca schweinfurthiana (Thum) Sacc.

dans les inflorescences d'*Imperata cylindrica* (L.) P. B., Maroc: salines de l'embouchure de l'Oued Massa, près Tassilia, au sud d'Agadir (Souss), 19 janvier 1961, G. MALENÇON, et Meski, près Ksar-es-Souk (Tafilalet, vallée du Ziz), 2 décembre 1962, G. MALENÇON.

Les spores, globuleuses, parfois un peu anguleuses, brun-châtain, finement verruculeuses, mesurent 9-12 μ en diamètre.

Tilletia caries (DC.) Tul.

dans les ovaires d'*Aegilops triaristata* Willd., Maroc : au bord de la route d'Ifrane-Boulemane, à 23 km d'Ifrane (Moyen Atlas), alt. 1 650 m, 27 août 1962, G. MALENÇON.

Les spores, globuleuses à subglobuleuses, jaunâtres à brun-châtain pâle, très nettement réticulées (4 à 6 alvéoles dans un diamètre), mesurent 19-25 × 17-22 μ.

Nous avons déjà attiré l'attention (1) sur la rareté de *T. caries* sur *Aegilops*. En dehors des récoltes signalées, *Aegilops cylindrica* et *triuncialis* ont été mentionnés comme hôtes de *Tilletia aegilopis* Golovin en Ouzbekistan (URSS). *Aegilops triaristata* apparaît comme un hôte nouveau pour *Tilletia caries*.

(1) L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT, 1958 (*l. c.*).

Source : MNHN, Paris

Tilletia hordei Koern

dans les caryopses d'*Hordeum murinum* L., Maroc : bord de route sur le plateau de Timhadit, vers Bou Angueur (Moyen Atlas), 21 juin 1963 et 22 mars 1965, G. Malençon.

Les spores, globuleuses à subglobuleuses, flavescentes à châtain, sont ornées d'un réticulum bien visible mais peu proéminent qui ménage des alvéoles polygonaux mesurant 2 à 8 μ de large, au nombre de 4 à 9 dans un diamètre; elles mesurent *19-20* (18-22) × *18-19* (17-21), en moyenne **19,8** × **18,6** μ. L'épispore atteint à peine 1 μ d'épaisseur. La pigmentation des spores de la récolte du 22 mars est beaucoup plus atténuée que pour celle du 21 juin. Ce fait est dû à un état d'immaturité manifeste des spores. La densité du réticulum, et par conséquent les dimensions des alvéoles, ne constitue guère un caractère marquant de l'espèce. Dans un même akène, on trouve des spores à réticulum très dense (à nombreux petits alvéoles) et d'autres à réticulum très lâche, dont les alvéoles peuvent atteindre 8 μ de large.

— Maroc : aux Aït Oufellah, région d'Itzer, au bas du versant méridional du Moyen Atlas, 22 mai et 21 juin 1963, G. Malençon.

Dimensions des spores : *19-21* (17-23) × *18-20* (16-21), en moyenne **19,7** × **18,4** μ.

Les caries des *Hordeum* se rencontrent exclusivement dans les pays à climat méditerranéen ou continental. *Tilletia hordei* a été récolté à plusieurs reprises, sur *H. murinum*, en Afrique du Nord — où il est sans doute beaucoup plus commun que ne l'indique la littérature (1) — dans les localités suivantes :

Maroc : Melilla (R. Maire et G. Werner, 1937).

Algérie : Oran, Alger, Constantine (P. Hariot, 1900).

Tunisie : selon G. Zundel, 1953.

Il est connu en outre, sur le même hôte, en Iran, Italie, Syrie, Turquie et Australie. *Tilletia hordei* a également été signalé sur *H. fragile* Godr. en Iran, sur *H. bulbosum* en Palestine, Roumanie, Syrie, et dans diverses républiques d'URSS.

Tilletia hordeina Ranojevic, décrit sur *H. maritimum* en Serbie (Ranojevic, 1914) et en Macédoine (Lindtner, 1950), est généralement rattaché à *T. hordei*.

---

(1) Les plantes parasitées se remarquent peu aisément du fait que les caryopses ne sont pas très sensiblement renflés.

Source : MNHN, Paris

Tilletia pancicii Bub. et Ranoj., sur les orges cultivées, est morphologiquement distinct. Cette espèce est connue en Bulgarie, Roumanie, Tchécoslovaquie, URSS et au Japon.

Tilletia texana Long., dont les spores sont verruqueuses, a été décrit aux Etats-Unis sur *Hordeum nodosum* et *pusillum*.

Tuburcinia ranunculi (Lib.) Liro

sur pétioles et feuilles de *Ranunculus bulbosus* L., Maroc : lieu marécageux au bord de l'Oued Roman, entre Meknès et Fès, 8 mai 1961 et 26 avril 1965, G. MALENÇON.

Les spores fertiles, globuleuses ou ovoïdes, souvent anguleuses, brun olivâtre foncé, mesurent 12-19 × 11-16 μ. Elles sont soit isolées, soit groupées en glomérules constitués de 1, plus rarement 2 ou 3 spores fertiles environnées de 1 à 5 cellules stériles plus pâles.

Tuburcinia corsica (Mayor et Terrier) Guyot et Massenot n. comb.

sur la gaine et la base des feuilles terminales ainsi que sur les enveloppes florales de *Stipa tortilis* Desm., Sicile : entre Palerme et le Lac di Piana d'Albanesi, 300 m alt., 2 août 1967, L. GUYOT.

Les sores noirs, d'abord couverts par l'épiderme translucide, puis érumpents, sont localisés à la partie supérieure de la plante parasitée, formant par confluence des stries plus ou moins allongées sur la gaine et la base des feuilles terminales ainsi que sur les enveloppes florales de l'unique touffe parasitée de *Stipa tortilis*.

Les glomérules, très opaques lorsque le nombre de spores fertiles dépasse 10, mesurent 25-70 × 25-60 μ; ils sont constitués de spores centrales en nombre très variable (1 à 10 sûrement et probablement jusqu'à 15), généralement 6 à 8, et de cellules stériles périphériques très nombreuses, *bien visibles*, formant en général une enveloppe monostrate continue, parfois discontinue, polystrate chez les gros glomérules. Les spores centrales, globuleuses ou ovoïdes, à contour souvent polygonal par pression mutuelle, sont châtain à brun-châtain foncé; elles mesurent 12-15 × 9-13 μ. Les cellules stériles, hémisphériques, châtain pâle à châtain, à membrane irrégulièrement épaisse pouvant atteindre 2,5 μ, mesurent 6-15 × 4-8 μ.

On connaît actuellement trois espèces de *Tuburcinia* sur le genre *Stipa* :

Source : MNHN, Paris

Tuburcinia granulosa (Clint.) Liro a été décrit aux Etats-Unis sur *Stipa comata* Trin. et Rupr., dans l'Etat d'Idaho et n'a pas été retrouvé depuis la première récolte.

GUTNER, 1945 et ZUNDEL, 1953, reprenant sans doute la description donnée par LIRO, 1922, font état de glomérules mesurant 25 à 50 μ de long, formés de spores brun rougeâtre foncé au nombre de 1 à 6, rarement plus, mesurant 13-19 μ de long et de cellules stériles jaune rougeâtre, *souvent mal définies*, mesurant 8-13 μ.

G. W. FISCHER, 1953 donne de l'espèce une description personnelle : les sores, localisés aux épillets, ovoïdes-oblongs, longs de 5-10 mm, libèrent des glomérules brun rougeâtre, mesurant 24-60 × 20-40 μ, formés de 1-8 (généralement 4-8) ou plus spores centrales globuleuses ou aplaties, brun châtain clair à brun rougeâtre sombre, de 11 à 15 μ de diamètre. Les cellules stériles sont brun jaunâtre pâle.

La récolte sicilienne s'éloigne de cette espèce par la localisation des sores et, malgré les contradictions des deux diagnoses données ci-dessus, par des spores centrales plus nombreuses, plus petites, entourées de cellules stériles nombreuses et bien apparentes.

Tuburcinia stipae (Mac Alp.) Liro est un charbon foliaire typique; les sores forment de longues stries noires internervaires dans les feuilles et gaines ainsi que sur les tiges des plantes parasitées.

Les glomérules, mesurant 28-40 × 20-32 μ, sont formés de 1 à 5 (jusqu'à 7) spores centrales brun doré, mesurant 12-16 × 9-12 μ, et de cellules stériles jaune pâle, longues de 8 à 12 μ.

Décrit en premier lieu en Australie sur *Stipa luehmanni* Reader, *T. stipae* a été signalé sur *Stipa sibirica* Lam. en Sibérie centrale (Bouriat Mongolskaia, ASST, selon GUTNER, 1941) et au Cachemire (CLINTON et ZUNDEL, 1938, MUNDKUR, 1944) vers 3 000 m d'altitude, ainsi que sur *Stipa tortilis* Desm., aux Indes, selon G. ZUNDEL, 1953.

La localisation des sores, la taille des glomérules, le nombre restreint des spores fertiles éloignent cette espèce du parasite sicilien.

Urocystis (*Tuburcinia*) *fraseri* Clint. et Zundel entoure les entre-nœuds supérieurs et l'inflorescence de ses sores noirs confluents, formant ainsi une masse noire allongée, plus ou moins contournée.

Source : MNHN, Paris

Les glomérules très compacts, opaques, brun à brun sombre, de 35 à 75 μ en diamètre, sont composés de 6 à 20 ou plus spores fertiles, brun clair, mesurant 17-20 × 14-17 μ (16-23 μ selon ZUNDEL), entourées de cellules stériles, souvent mal définies, de même couleur ou presque que les spores, mesurant 5-10 μ de diamètre ou 5-14 × 4-6 μ.

Parasite beaucoup plus commun des *Stipa, Ur. fraseri* est connu sur *Stipa clandestina* Hack. au Mexique, sur *Stipa columbiana* Macoun. aux Etats-Unis, sur *Stipa lettermani* Vasey, *spartea* Trin. et *viridula* Trin. aux Etats-Unis et sur *S. comata* Trin. et Rupr. au Canada et aux Etas-Unis, ce dernier hôte étant de loin le plus fréquent.

URRIES, 1957 a reconnu en outre le champignon aux Canaries (Grande Canarie, Santa Lucia de Tirajana) sur *Stipa retorta* Cav. et donne du parasite une description dont nous n'extrayons que les traits essentiels :

Glomérules 36-72 μ, formés de 10 à 25 spores centrales de 14 à 17 μ de diamètre et de cellules stériles concolores.

Là encore, l'aspect macroscopique et les caractères microscopiques du champignon (spores centrales en nombre jamais inférieur à 8 et d'assez grande taille) ne permettent pas de rapporter à cette espèce le parasite de *Stipa tortilis* de Sicile.

Aucune des espèces connues de *Tuburcinia* ne peut donc être mise en cause pour désigner notre récolte et nous avions déjà décrit cette espèce comme nouvelle lorsque, revoyant les Ustilaginales portées par *Stipa tortilis*, notre attention a été attirée par *Sorosporium corsicum* décrit en 1959 par E. MAYOR et Ch. TERRIER (in *Rev. Mycol.*, 24, p. 391) sur *Stipa tortilis*, en Corse, à l'Ile Rousse. Nous avons été frappés par l'étrange ressemblance présentée par les photographies publiées à la page 392 avec notre échantillon sicilien. La microphotographie, en particulier, nous laissait quelque doute sur l'identité générique du champignon; le glomérule du bas, notamment, nous semblait constitué de deux sortes de cellules : spores centrales de grande taille et sombres entourées de cellules stériles aplaties plus pâles.

Grâce à l'extrême complaisance de M. le Professeur TERRIER de Neuchâtel, que nous remercions très vivement en cette occasion, nous avons pu disposer de l'échantillon-type dont l'examen a confirmé nos craintes. Il s'agit indubitablement d'un *Tuburcinia* et, connaissant la grande compétence du Dr MAYOR

Source : MNHN, Paris

et du Professeur TERRIER, il est évident qu'il s'agit d'une malheureuse erreur matérielle comme chacun de nous est susceptible d'en commettre.

Quoi qu'il en soit, étant donnée la similitude macroscopique et microscopique des deux récoltes, nous nous voyons contraints de proposer la nouvelle combinaison :

Tuburcinia corsica (Mayor et Terrier) Guyot et Massenot n. comb. = *Sorosporium corsicum* Mayor et Terrier, 1959 (*Rev. Mycol.*, 24, p. 392)

pour désigner le parasite corse et sicilien de *Stipa tortilis*.

Ustilago bromivora (Tul.) F. von Waldh.

dans les ovaires de *Bromus madritensis* L., Italie : ravin rocailleux vers Montemaggiore, au-dessus de Termini (Sicile), 400 m alt., 4 août 1967, L. GUYOT, et entre Leonforte et Nicosia, au Nord-Est d'Enna (Sicile), 700 m alt., 11 août 1967, L. GUYOT.

Les spores, globuleuses à ovoïdes, brun olivâtre, fortement verruculeuses, mesurent 6-11 × 6-8 μ.

Ustilago cynodontis P. Henn.

dans les inflorescences de *Cynodon dactylon* Rich.

— Espagne : friches à Torremolinos (Andalousie), le 13 avril 1959, G. MALENÇON.
— Maroc : Avenue de la Victoire, à Rabat, 14 mai 1964, G. MALENÇON.
— Maroc : aux Aït Oufellah, au bas du flanc Sud du Moyen Atlas, 16 mai 1967, G. MALENÇON.

Sores détruisant complètement les inflorescences. Spores globuleuses, lisses ou sublisses, brun-châtain, mesurant 6-9 μ.

Ustilago hordei (P.) Lag.

dans les épis d'orge cultivée, Maroc : près Alhucemas (Rif), 26 avril 1960, G. MALENÇON, et région d'Itzer, cultures aux Aït Oufellah (versant méridional du Moyen Atlas), 22 mai 1963, G. MALENÇON.

Spores 6-9 μ diam., brun olivâtre, lisses.

Source : MNHN, Paris

Ustilago hypodytes (Schl.) Fr.

sur les tiges d'*Haynaldia hordeacea* (Coss. et Dr.) Hack., Maroc : Timhadit (Moyen Atlas), 31 mai 1958, G. GRANDJOUAN, et plateau du Seheb (Melcaid), au-dessus d'Azrou (Moyen Atlas), alt. 1 800 m, 23 juin 1963, G. MALENÇON.

Spores globuleuses ou subglobuleuses, brun olivâtre, lisses, mesurant 3,5-6,5 × 3-5,5 μ.

Ustilago lychnidis-dioicae (DC.) Liro

dans les anthères de *Melandryum album* (Mill.) Garcke ssp. *divaricatum* (Rchb.) Hayek., Maroc : rocailles en forêt, près Dayet Hachlaff (Moyen Atlas), 23 mai 1963, G. MALENÇON.

Les spores, globuleuses, subhyalines, lilacines en masse, densément réticulées, mesurent 6-9 μ en diamètre.

Ce parasite, si fréquent en Europe, a été rarement signalé en Afrique du Nord où la plante-hôte se rencontre, surtout en montagne, dans des stations relativement fraîches.

R. MAIRE et G. WERNER, dans leur « Fungi maroccani », signalent le champignon sur *Melandryum album* au Mont Khessana et à Ketama dans le Rif, et sur *M. elisabethae* Rohrb. à Ifrane (Moyen Atlas).

U. lychnidis-dioicae est également connu sur *M. macrocarpum* Willk en Algérie : dans l'Atlas de Blida (R. MAIRE, 1915) et à Ben Chicao (Alger) selon G. MALENÇON et L. FAUREL, ainsi qu'au Mont Refaa (Constantine) sur *Melandryum* sp., selon ces mêmes auteurs.

Ustilago (*Sphacelotheca*) **macrochloae** Pat.

au niveau des inflorescences de *Stipa tenacissima* L., Maroc oriental : Jbel Sarho, alt. 1 970 m, 13 mai 1933, L. EMBERGER.

N. PATOUILLARD, 1906 (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, 22, p. 199) a décrit *Ustilago macrochloae* sur les inflorescences de *Stipa* (*Macrochloa*) *tenacissima*. Selon l'auteur, « toutes les parties des panicules sont entourées par une masse noire roussâtre et pulvérulente de spores, qui rapproche les axes en une colonne étroite revêtue par les glumes ».

R. MAIRE, 1916 (*Bull. Soc. H. N. Afr. N.*, 7, p. 279) propose la nouvelle combinaison *Sphacelotheca macrochloae* (Pat.) Maire, car « les sores jeunes sont entourés d'une membrane formée par des hyphes agglutinées, ce qui permet de classer ce cham-

Source : MNHN, Paris

pignon parmi les *Sphacelotheca* ». Une année plus tard R. MAIRE (*ibid.*, 8, p. 144, 1917) complète la description de la manière suivante : « Les spores de ce parasite sont toujours finement et irrégulièrement verruqueuses lorsqu'on les examine dans le chloral ou à sec avec un objectif à immersion; elles présentent deux hiles opposés marqués par des papilles hyalines autour desquelles la couche externe de l'épispore se fend assez souvent circulairement, semblant détacher des calottes. Le parasite est pérennant dans les rhizomes; il infecte ordinairement toutes les inflorescences d'une touffe, plus rarement celles d'une partie de la touffe seulement. » R. MAIRE donne ensuite une diagnose latine qui a échappé à G. ZUNDEL, 1953, lequel donne une diagnose incomplète du parasite.

Sphacelotheca macrochloae existe, selon MAIRE, çà et là sur l'Alfa dans le Sud Tunisien et le Sud Algérien, mais les deux seules stations mentionnées sont :

Tunisie : El Haffey (N. PATOUILLARD).

Algérie : abondant dans les steppes entre Ben Ikrou et le col de Founassa (R. MAIRE).

Bien que l'état avancé de développement du parasite ne nous ait pas permis d'observer la membrane qui enveloppe les spores du champignon, il est incontestable que la récolte marocaine est identique aux récoltes signalées par PATOUILLARD et MAIRE, en Tunisie et en Algérie, tant du point de vue macroscopique que du point de vue microscopique. La sporée du parasite forme un épais manchon noir qui entoure l'axe de l'inflorescence et les pédicelles d'épillets, lesquels demeurent stériles. Seules les lemmes restent intactes et semblent, à la partie inférieure de l'inflorescence, piquées dans la masse sporale. Les spores globuleuses, brun olivâtre à brun-châtain, très finement et irrégulièrement verruculeuses, mesurent 5-8,5 μ en diamètre et présentent bien, pour certaines, les aires hyalines bipolaires décrites par R. MAIRE. Ce dernier caractère fait inévitablement penser à certains aspects de spores d'*Ustilago hypodytes* s. l.; il a même servi à G. W. FISCHER et Elisa HIRSCHHORN (1945) de critère de base pour distinguer les espèces qui résultent de la pulvérisation de cette espèce globale. On peut donc être tenté d'inscrire *U. macrochloae* dans le groupe d'*U. hypodytes* et, plus précisément, d'identifier le parasite de *Stipa tenacissima* à *U. olophora* que nous avons déjà signalé, dans une précédente étude, sur *Stipa pennata* en Espagne et sur *Stipa lagascae* au Maroc.

Source : MNHN, Paris

Cependant, la stricte localisation du champignon au niveau de l'inflorescence ainsi que la membrane enveloppant le sore jeune — si tant est qu'il faille accorder une valeur à ce caractère — ne plaident pas en faveur de cette assimilation.

Il n'est guère possible de pousser plus loin la caractérisation spécifique du parasite en raison de la confusion qui se manifeste dans la nomenclature des Ustilaginales parasites du genre *Stipa*, sans faire une révision complète des 15 espèces d'*Ustilago*, 6 espèces de *Sorosporium* et 2 espèces de *Sphacelotheca* à ce jour décrites sur ce genre de Graminées, révision qui amènerait sans doute quelques regroupements désirables.

En l'absence de cette révision, nous ne pouvons que rapporter l'échantillon marocain à *Ustilago* (*Sphacelotheca*) *macrochloae*, avec lequel il s'identifie à tous points de vue.

Ustilago mesatlantica Malençon et Massenot n. sp.

dans les épis d'*Aegilops* ? *triuncialis* L., Maroc : pâturages de l'Afennourir près Aïn Kahla (Moyen Atlas Central), alt. 2 000 m, 22 août 1962, G. Malençon.

L'action parasitaire du champignon se manifeste au niveau de l'inflorescence par une légère déformation de chaque épillet, lequel est transformé en un sac sporifère allongé, formé par les enveloppes florales imprégnées de mycélium d'où émergent au sommet les arêtes intactes des glumes et glumelles.

Chaque sac sporifère s'ouvre par son sommet ou se fendille latéralement pour laisser échapper les spores. Ces dernières, subglobuleuses, ovoïdes ou piriformes, mesurent 8-11 × 5-8 μ; elles sont ornementées de verrues en forme de bâtonnets dressés partiellement inclus dans une périspore jaune olivâtre dont ils ont la couleur, à l'exception de leur partie exserte qui est brune. Cette verrucosité relativement dense est répartie d'une façon assez régulière à la surface de la spore, sans plages lisses permettant d'imaginer une disposition initiale en glomérules. A première vue, ces spores semblent posséder une membrane épaisse, mais, en fait, la membrane propre est très mince et l'épaisseur apparente est formée par la croûte périsporique, parfois fissurée, et par les baguettes hautes d'environ 1 μ qu'elle maintient.

A ce jour, six espèces d'*Ustilago*, responsables de charbons floraux, ont été décrites sur *Aegilops* :

Source : MNHN, Paris

a) *Ustilago passerinii* Fisch. von WALDH 1877 provoque un charbon nu; chaque épillet est détruit en totalité et remplacé par une masse de spores olivâtres, lisses, mesurant 4 à 5 μ en diamètre. Cette espèce est connue :

— sur *Aegilops biuncialis* Vis., en URSS, Azerbaidjan (selon GUTNER, 1941)
— sur *Aegilops crassa* Boiss., en Irak (T. RAYSS, 1946)
— sur *Aegilops cylindrica* Host., en URSS, Ouzbekistan et pays des Kirghizes (selon GUTNER, 1941) ainsi qu'en Roumanie (Tr. SAVULESCU, *Herb. Myc. Rom.*, n° 1561)
— sur *Aegilops kotschyi* Boiss., en URSS, Azerbaidjan (selon GUTNER, 1941)
— sur *Aegilops ovata* L., en Espagne (UNAMUNO, 1933, sub. nom. *U. tritici*), en Italie (selon CIFERRI, 1938), au Sahara algérien, près El Kantara (JACZEWSKI, 1893, sub. nom. *U. segetum*)
— sur *Aegilops squarrosa* L., en URSS, Azerbaidjan (selon GUTNER, 1941)
— sur *Aegilops triaristata* Willd, en URSS, Crimée (selon GUTNER, 1941)
— sur *Aegilops triuncialis* L., en URSS, Azerbaidjan (selon GUTNER, 1941), en Asie Mineure, au Caucase (Géorgie), et en Iran (selon G. ZUNDEL, 1953) mais aussi au Maroc, Targuist-Rif (MAIRE et WERNER, 1937)
— ? sur *Aegilops umbellulata* Zhuk., Turquie, près Ankara (BREMER, 1947, sub. nom. *U. tritici*)
— sur *Aegilops ventricosa* L., en Tunisie, Kebira, Monts des Matmata (MAIRE, 1914, sub. nom. *U. tritici*)
— sur *Aegilops* sp. enfin, en URSS, Daghestan (selon GUTNER, 1941).

b) *Ustilago aegilopsidis* Piebauer 1932, sur *Aegilops aucheri*, au Kurdistan turc, possède des spores brun olivâtre, de 4 à 6 μ de diamètre, finement verruqueuses; cette espèce a été retrouvée par ULGANISCHEV, 1952, sur *Aegilops cylindrica* Host. au Caucase et sur *Aegilops squarrosa* L. au Turkmenistan.

c) *Ustilago ehrenbergiana* Fisch. von WALDH 1879, à spores mesurant 5-6,5 μ en diamètre, olivacées et finement papilleuses, et *U. schumanniana* P. Henn 1893, à spores mesurant 5-8 × 4-6 μ, brun verdâtre, lisses, ont été signalés tous deux sur le même hôte, *Aegilops bicornis* Jaub., et dans la même localité, Egypte,

Source : MNHN, Paris

près Rosette, au point que l'on peut se demander si, malgré les différences existant entre les diagnoses, ces deux espèces, citées in ZUNDEL (1953), ne concernent pas le même échantillon.

d) *Ustilago uganica* GOLOVIN 1952, sur *Aegilops triuncialis* L., en URSS, Kazakhistan, présente des symptômes analogues à ceux d'*U. tritici;* les spores, globuleuses à ellipsoïdes, brun jaunâtre, finement verruculeuses, mesurent 5 à 8 μ de diamètre, parfois jusqu'à 9 μ de long.

e) *Ustilago tuberculata* GOLOVIN, sur *Aegilops cylindrica* Host. et *squarrosa* L., en URSS, Ouzbekistan, a des spores olivacées ou noir olivacées, globuleuses ou ellipsoïdes, anguleuses, verruculeuses, mesurant 6-8 μ en diamètre ou 6-12 × 6-9 μ.

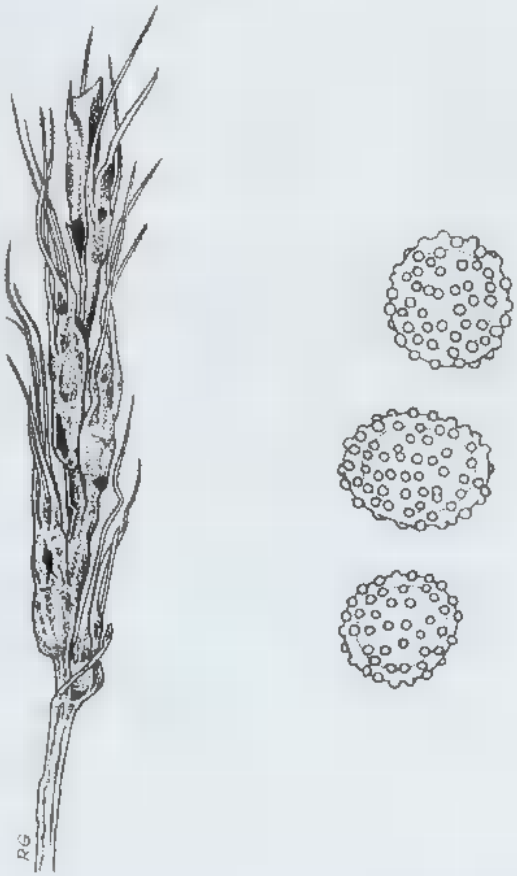


Fig. 4. — *Ustilago mesatlantica* G. Malençon et Massenot sur *Aegilops* ? *triuncialis* L. : inflorescence parasitée (× 2) et spores (× 2000).

Source : MNHN, Paris

Le parasite détruit entièrement l'épi, dont la base porte parfois des sores oblongs qui se fendillent à maturité. La masse sporale presque noire est d'abord recouverte par une fine pellicule grisâtre qui se déchire facilement. Selon le créateur de l'espèce, l'infection ressemble en tous points à celle provoquée par *U. tritici*.

Cette rapide révision des six espèces d'*Ustilago* décrites à ce jour sur *Aegilops* nous permet de conclure que le parasite marocain ne peut être valablement rapporté à aucune d'entre elles. La taille et l'ornementation des spores nous font rejeter toute assimilation avec *U. passerinii*, *U. aegilopsidis*, *U. ehrenbergiana* et *U. schumanniana*. Si notre champignon montre des similitudes microscopiques certaines avec *U. ugamica*, et surtout avec *U. tuberculata*, il est par contre tout à fait différent du point de vue des altérations qu'il provoque chez son hôte. En décrivant ces deux espèces, Golovin insiste, en effet, sur le fait que les symptômes sont analogues à ceux que provoquent *U. tritici* sur blé. Il n'en est pas ainsi pour le champignon marocain qui est loin de détruire totalement les organes floraux, lesquels, bien que légèrement déformés, sont encore parfaitement reconnaissables. Il ne s'agit pas d'un « charbon nu » mais bien plutôt d'un « charbon couvert » assez comparable à celui provoqué par *U. hordei* chez l'orge.

Nous proposons donc, pour le champignon marocain, le nom d'*Ustilago mesatlantica*, en raison de sa localisation géographique particulière dans le Moyen Atlas, avec la diagnose suivante :

Ustilago mesatlantica n. sp.
Soris totam inflorescentiam infestantibus, leniter deformatis, primo glumis mycelio impregnatis tectis, dein erumpentibus; sporis subglobosis vel ovoideis, brunneo-olivaceis, 8-11 × 5-8 µ, *verruculosis.*
Hab. in spicas Aegilopis triuncialis, *Africa septentrionalis, Maroc, Moyen Atlas.*

Ustilago (*Sphacelotheca*) **penniseti** Rabenh.
var. *verruculosa* M. Massenot var. nov.

dans les ovaires de *Pennisetum ciliare* (L.) Link, au Maroc : près Atchana, vallée de l'Oued Guir, 12 juin 1932, G. Malençon (n° 140), et de *Pennisetum dichotomum* (Forsk.) Delile dans les rochers sableux de Meski, près Ksar-es-Souk, 2 décembre 1962, G. Malençon (n° 4633).

Source : MNHN, Paris

Extérieurement, ces récoltes ne diffèrent guère de celles que nous avons antérieurement signalées sur *P. dichotomum* en provenance du Sahara occidental. Les ovaires hypertrophiés dépassent légèrement les glumes et s'ouvrent au sommet à maturité comme dans la forme classique.

Du point de vue microscopique, les spores apparaissent un peu plus volumineuses que chez le type, 9-14 (17) × 7-12 μ, brun-châtain assez foncé, et surtout très distinctement et densément verruculeuses, alors qu'elles sont lisses ou faiblement ponctuées dans l'*U. penniseti*. Cette différence, ou plutôt cette accentuation assez remarquable de l'ornementation sporale, ne semble pas en tout cas conditionnée par le climat désertique ou steppique des stations de récoltes, car des spécimens recueillis à environ 600 km plus au Sud, en plein Sahara occidental (Erg Iguidi, leg. Cheik Abidim, n° 169, 1948), sur *Pennisetum dichotomum* (Forsk.) Delile var. *scabrum* Maire et Trabut, nous ont montré des spores typiques, de petite taille, à épispore sublisse ou à peine distinctement sablée.

Parmi les charbons floraux de *Pennisetum*, seuls sont décrits comme ayant des spores de dimensions comparables et à surface verruculeuse :

— *Ustilago* (*Sphacelotheca*) *penniseti-japonici* Henn., sur *P. japonicum* en Extrême-Orient (Chine, Japon) et aux Etats-Unis, *P. orientale* en Iran et *P. compactum* en Chine, à spores de 10-15 μ de diamètre, distinctement granuleuses-verruculeuses.

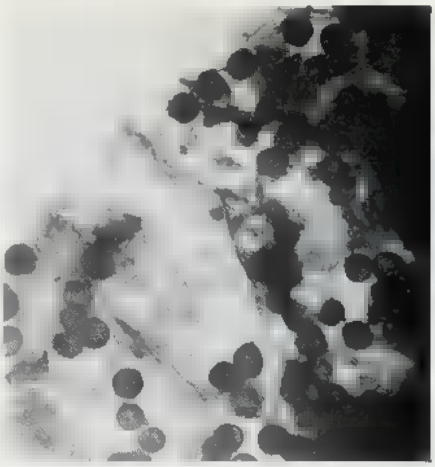
— *Ustilago penniseti* var. *tonkinensis* Pat. sur *Pennisetum* sp. en Indochine, à spores de 10-16 μ de diamètre, échinulées.

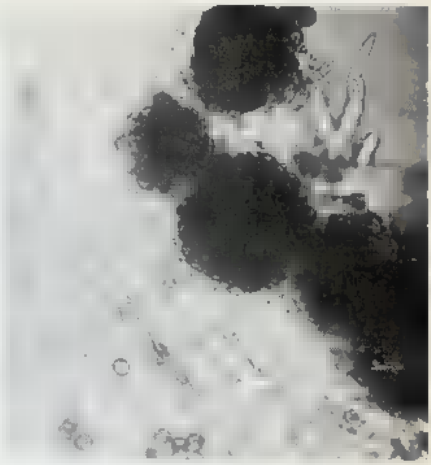
Compte tenu de l'éloignement géographique de ces récoltes par rapport au Maroc et de la diversité des plantes-hôtes, il nous paraît justifié de maintenir le charbon ponctué des *Pennisetum* marocains dans les limites de l'*U. penniseti* sens. lat., tout en le signalant par une dénomination variétale nouvelle :

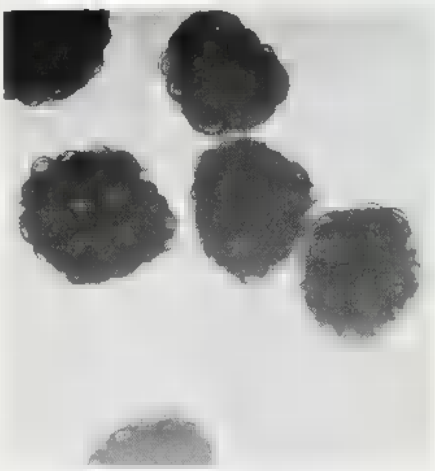
U. penniseti *Rab. var.* verruculosa *var. nov. A typo, sporis levite majoribus et distincte denseque verruculosis, 9-14 × 7-12 μ, differt.*

Hab. in ovariis Penniseti ciliare *et* P. dichotomi *in Africa septentrionalis, Maroc.*

Source : MNHN, Paris







Entyloma kundmanniae G. Malençon et M. Massenot
(en haut, *à gauche*)

Sorosporium punctatum G. Malençon et W. Y. Yen
(en haut, *à droite*)

Tuburcinia corsica (Mayor et Terrier) L. Guyot et M. Massenot
(en bas, *à gauche*)

Ustilago mesatlantica G. Malençon et M. Massenot
(en bas, *à droite*)

Source : MNHN, Paris

Ustilago urgineae Maire

dans les fleurs d'*Urginea maritima* Bak., Maroc : dunes près El Jadida (Mazagan), 21 novembre 1959, G. Malençon.

Les spores, globuleuses ou subglobuleuses, jaune olivacé, finement et densément verruculeuses, mesurent 7-10 μ en diamètre.

Signalé parfois sous les noms d'*U. vaillantii* ou d'*U. scillae*, le parasite est connu sur *Urg. maritima* et ses variétés *antheri-coides* et *maura* en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie) où il a été assez fréquemment récolté, ainsi qu'en Espagne, au Liban et en Palestine.

(*Laboratoire de Botanique et Pathologie végétale de l'ENSA de Grignon et Laboratoire de Cryptogamie de l'Institut Scientifique Chérifien, Rabat.*)

Légende

Planche XI

En haut
- à gauche : *Entyloma kundmanniae* G. Malençon et M. Massenot (× 375 environ);
- à droite : *Sorosporium punctatum* G. Malençon et W. Y. Yen (× 375 environ).

En bas
- à gauche : *Tuburcinia corsica* (Mayor et Terrier) L. Guyot et M. Massenot (× 375 environ);
- à droite : *Ustilago mesatlantica* G. Malençon et M. Massenot (× 600 environ).

Source : MNHN, Paris

Composition en protéines, ARN, ADN, lipides et polyosides des phases levure et filamenteuse de Sporothrix schenckii

Par C. DE BIÈVRE (Paris).

■

Introduction.

Sporothrix (*Sporotrichum*) *schenckii* est un champignon pathogène de l'homme. Il présente deux formes suivant les conditions de culture : une forme filamenteuse et une forme levure, cette dernière correspondant à l'aspect parasitaire dans les tissus. *In vitro*, à 35° C, il y a habituellement coexistence des deux phases cellulaires en proportions variables. Le présent travail est réalisé sur des éléments filamenteux et sur des éléments unicellulaires (conidies et levures) obtenus sur le même milieu, puis séparés en vue de leur étude. Malgré cette façon de procéder — les filaments ayant une évolution physiologique différente de celle des levures — il faut calculer le taux de croissance de chacun d'eux, puis effectuer le prélèvement quand on note l'égalité entre les deux taux. Les différences de composition chimique, éventuellement observées entre des éléments fongiques de même âge physiologique, peuvent donc être considérées comme significatives.

Matériel et méthodes.

Le matériel est constitué par la souche de *Sporothrix* (*Sporotrichum*) *schenckii* n° 29 du Service de Mycologie de l'Institut Pasteur. Les conditions de croissance ayant déjà été examinées (1, 4, 7) nous préciserons seulement qu'il s'agit de cultures en fioles de Fernbach contenant 500 ml de milieu, placées dans un agitateur à va-et-vient maintenu à 35° C.

Le champignon est récolté après six jours et demi (quand il y a égalité entre le taux de croissance des filaments et des levures).

Source : MNHN, Paris

Ces deux sortes d'éléments cellulaires sont obtenus dans une même culture, puis séparés par filtration sur gaze en vue de leur étude. Nous avons réalisé les différentes extractions sur un matériel cellulaire intact et sur un matériel broyé dans un appareil MSK. Les résultats obtenus dans chaque cas diffèrent seulement pour le glycogène qui n'est présent dans la fraction acido-soluble qu'après broyage du champignon. Chaque dosage a été fait en plusieurs exemplaires sur le même lot. La comparaison entre des valeurs trouvées avec d'autres lots du même matériel a permis de fixer un intervalle d'erreur. Les quantités analysées sont les suivantes : 1 581 mg pour la forme levure, 264 mg pour la phase filamenteuse.

Analyse générale.

Les différentes étapes de l'analyse sont représentées dans le schéma I.

1) *Extraction de la fraction acido-soluble*

Le matériel fongique en suspension dans de l'eau glacée est additionné d'acide perchlorique de façon à obtenir une normalité de 0,2. La suspension est laissée dans un bain de glace 1 heure, puis centrifugée. Cette opération est réalisée deux fois. Dans le cas d'un matériel broyé, on peut évaluer le glycogène du surnageant : la fraction acido-soluble est additionnée de deux fois son volume d'éthanol, puis laissée 12 h à + 4° C; le glycogène se présente comme un précipité très fin qui est centrifugé, lavé par de l'éthanol à 96°, séché 2 heures à 110° C, enfin pesé.

2) *Dosage de l'ARN*

L'ARN a été dosé par spectrophotométrie (1).

3) *Dosage de l'ADN*

L'ADN a été dosé colorimétriquement avec un réactif à la diphénylamine (3).

4) *Dosage des protéines*

Les protéines extraites avec les acides nucléiques ont été dosées par la méthode de Lowry (6). Les protéines restant dans le champignon sont dosées par la microméthode de Kjeldahl, après correction de l'azote venant de la chitine.

Source : MNHN, Paris

5) *Dosage des lipides*

Les lipides totaux ont été extraits et dosés selon la méthode utilisée par SHIBKO et coll. (13).

6) *Dosage des polyosides*

Les polyosides extraits avec les acides nucléiques ont été dosés après précipitation alcoolique par la méthode à l'orcinol de SORENSEN et HAUGAARD (14). Les polyosides restants, non aminés, sont déterminés par pesée. La chitine a été dosée par la microméthode de Kjeldahl après déprotéination par la soude.

SCHEMA I

Quantités analysées : Levures 1 581 mg, Filaments 264 mg.
Matériel cellulaire en suspension dans $HClO_4$ 0,2 N
2 fois 1 heure à 0° C; lavage par eau glacée.

Surnageant I
Fraction acido-soluble.
On ajoute 2 vol. d'éthanol, on laisse 12 à + 4° C.
Dans le cas d'un matériel broyé on obtient un précipité de GLYCOGÈNE qui est évalué par pesée après 2 h à 110° C.

Précipité I

Le précipité est dispersé dans NaOH 0,3 N, 20 h à environ 22° C. On ajoute alors $HClO_4$ au produit refroidi, de façon à obtenir un titre de 0,5 N.

Source : MNHN, Paris

Surnageant II

Ce surnageant est divisé en 3 volumes a, b, c.

a) Après dilution convenable, on dose l'ARN par spectrophotométrie à 260 mμ.

Précipité II

b) On dose les PROTÉINES et POLYPEPTIDES par la méthode de Lowry.

c) On ajoute 2 vol. d'éthanol à 96°, on laisse 12 h à + 4° C. Sur le précipité lavé à l'éthanol, on dose les POLYOSIDES par la méthode de Sorensen et coll.

Le précipité est remis en suspension dans $HClO_4$ 0,5 N puis porté 20 minutes à 70° C.

Surnageant III

Ce surnageant est divisé en 3 volumes d, e, f.

d) L'ADN est dosé par la méthode de Burton.

Précipité III

e) Les PROTÉINES ou les POLYPEPTIDES sont dosés par la méthode de Lowry.

f) On ajoute 2 vol. d'éthanol à 96°, on laisse 12 h à + 4° C. Sur le précipité lavé à l'éthanol, on dose les POLYOSIDES par la méthode de Sorensen et coll.

Cas de la phase levure. Le précipité est traité successivement par : a, éthanol contenant 0,35 % $HClO_4$ (20 ml) ; b, éthanol/chloroforme 3 : 1, 2 heures à chaud (10 ml) ; c, éthanol/éther 3 : 1 (10 ml), 2 fois 15 minutes à chaud — on ajoute à chaque fois 5 ml d'éther de pétrole ; d, éther (20 ml).

— Cas de la phase filamenteuse qui forme des précipités plus floconneux : nous avons utilisé la moitié des volumes indiqués ci-dessus.

Source : MNHN, Paris

Surnageant IV

Les différents surnageants sont réunis, puis filtrés. On ajoute 1 vol. d'éther de pétrole, puis 2 vol. d'eau. Après agitation, les deux phases sont séparées. La phase organique est filtrée, évaporée sous vide, reprise par l'éther de pétrole : après une nouvelle évaporation, les LIPIDES et les SUBSTANCES LIPOÏDES sont séchés 2 heures à 110° C, puis pesés.

Précipité IV

Le précipité est remis en suspension dans 50 ml d'eau distillée. On prend respectivement 3 volumes : g, 1 ml; h, 2 ml et i, 10 ml.

g) Détermination de l'azote (N) par la microméthode de Kjeldahl.
On a ainsi N = AZOTE PROTÉIQUE + AZOTE DE LA CHITINE.

h) Détermination du poids sec (P), ce qui donne P = PROTÉINE + CHITINE + POLYOSIDES (NON AMINÉS).

i) On ajoute de la soude concentrée de façon à obtenir une solution à 10 %. On chauffe 2 heures au bain-marie bouillant. Sur le précipité lavé par NaOH, on dose par microméthode de Kjeldahl l'azote restant qui correspond à la CHITINE.

Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau I. Les différentes teneurs sont exprimées par rapport au poids sec; les plus intéressantes d'entre elles le sont également par rapport à la quantité totale de protéines (tableau II).

Source : MNHN, Paris

TABLEAU I

Substances	Formes unicellulaires Valeurs en % du Poids sec	Formes filamenteuses Valeurs en % du Poids sec
Lipides et Substances lipoïdes	9,5	10,8
ARN	1,5 ± 0,1	0,93 ± 0,1
ADN	0,53 ± 0,06	0,22 ± 0,02
Polypeptides extraits avec l'ARN	2,2 ± 0,2	3,9 ± 0,5
Polypeptides extraits avec l'ADN	1,5 ± 0,1	1,5 ± 0,2
Polyosides extraits avec l'ARN	1,9 ± 0,2	4,8 ± 0,7
Polyosides extraits avec l'ADN	2,4 ± 0,3	3,6 ± 0,5
Chitine	1,5	3,3
Glycogène (acido-soluble)	2,1 ± 0,2	4,7 ± 0,4
Polyosides extraits au stade IV	23,5	24,7
Protéines extraites au stade IV	10,7	6,1
Polyosides totaux (moins la Chitine)	29,3	36,4
Protéines totales	14,4	11,5

Source : MNHN, Paris

TABLEAU II

Substances	Formes unicellulaires Valeurs en % des Protéines totales	Formes filamenteuses Valeurs en % des Protéines totales
ARN	10	8,1
ADN	3,7	1,9

Discussion.

Nous avons mentionné précédemment l'importance du broyage du matériel pour l'extraction du glycogène. Ce dernier semble donc être fortement lié à d'autres constituants quand la structure cellulaire est intacte. Ce fait a déjà été constaté avec d'autres champignons (10). Ce constituant mis à part, nous avons réalisé les différentes étapes de l'analyse sur un matériel entier qui présente l'avantage de se rassembler beaucoup mieux par centrifugation. L'étude d'un matériel broyé nous a permis de vérifier que la destruction préliminaire des cellules n'influe pas sur les résultats concernant les acides nucléiques, les protéines, les polyosides acido- ou alcalino-solubles et les lipides.

Pour l'extraction des corps acido-solubles, aucune modification n'a été apportée depuis le précédent travail (1). Comme la précipitation du glycogène en milieu alcoolique nécessite plusieurs heures à froid, il est commode d'opérer dans un tube à centrifuger.

L'analyse des acides nucléiques a subi quelques modifications : nous avons remplacé KOH par NaOH de façon à ne pas fausser les déterminations ultérieures de poids sec, ClO_4K étant insoluble; nous avons réduit le nombre d'extractions à 70° C, de l'ADN, à une seule opération suivie d'un lavage à froid.

Au cours de l'extraction des acides nucléiques, il y a solubilisation de polypeptides (1) et de polyosides; les conditions d'entraînement de ces derniers les font ranger dans le groupe des hémicelluloses (15). Ces constituants sont précipitables par l'éthanol. La précipitation complète demande une période de 12 h à + 4° C. Leur composition en oses est étudiée par chromatographie après hydrolyse avec HCl 1N, 1 h à 100° (11). On

Source : MNHN, Paris

met en évidence trois oses : le glucose, le mannose et le rhamnose. L'analyse globale des parois révèle seulement ces trois sucres; il en est de même de la sporotrichine, polyoside préparé au laboratoire en vue de réactions antigéniques (8). La fraction hémicellulose comprend au moins deux parties car on obtient, avec la liqueur de Felhing (9), un précipité qui correspond aux mannanes. L'ensemble de ces hémicelluloses donne une coloration bleue à l'iode disparaissant réversiblement à chaud comme pour l'amidon, mais l'amylase est sans action sur ces composés. Leur dosage a été effectué par colorimétrie sur le précipité alcoolique, ce qui élimine des interférences avec le ribose et le désoxyribose.

Le dosage des lipides a été fait à partir de la méthode employée par Shibko et coll. (13). Il suit l'extraction des acides nucléiques en raison de l'entraînement possible de ces constituants par les solvants organiques (5). Au cours de la séparation des phases organiques et aqueuses, nous avons constaté un léger dépôt à l'interface; une recherche d'azote a été positive, ce qui montre l'entraînement de protéines par les solvants organiques (12). Pendant l'extraction par le mélange éthanol-chloroforme et après centrifugation, il est apparu des gouttelettes qui ne se sont dissoutes qu'après addition d'éther de pétrole. L'action simultanée de solvants polaires et apolaires donne de bons résultats. Les valeurs rapportées dans le tableau I correspondent à la fois aux lipides et aux substances lipoïdes.

Après le stade de délipidation, il reste notamment trois grandes catégories de substances : des protéines, des polyosides non aminés et de la chitine. Ces corps constituent le précipité IV que l'on divise en trois lots : g, h, i. Une mesure de poids sec P est réalisée sur g. Un dosage d'azote effectué sur h par la microméthode de Kjeldahl permet d'évaluer la quantité de protéines après déduction de l'azote de la chitine en appliquant la relation: Poids protéines = N protéique × 6,2. La troisième fraction i est déprotéinée par la soude à 10 %, 2 heures à 100° C. Dans ces conditions la chitine est insoluble; elle est évaluée par un dosage d'azote effectué sur le précipité lavé par NaOH 10 %, puis par application de la relation : Poids chitine = N chitine × 14,3 (9). Les polyosides non aminés sont évalués par différence entre P et (Poids protéines + Poids chitine).

Nous avons indiqué que les cultures sont prélevées lorsque le taux de croissance des filaments (TF) est égal à celui des levures

Source : MNHN, Paris

(TL). Cette façon d'opérer permet de comparer des éléments fongiques dans le même état physiologique. Les différences de composition chimique montrent alors que le changement de forme est accompagné d'un remaniement biochimique important. La détermination de l'instant où TF = TL est difficile parce que, dans le cas de ce champignon, le taux de croissance ne présente pas de valeur constante au cours du temps comme c'est le cas des bactéries pendant la phase exponentielle de croissance; cette phase est remplacée par une phase linéaire (2) pendant laquelle TL ou TF décroît constamment. Le manque de précision n'affecte pas sensiblement les résultats car, notamment, l'ADN et l'ARN présentent des variations lentes en fonction de l'âge physiologique, et les écarts de teneurs observés entre les filaments et les levures sont importants (0,53 % d'ADN pour les levures et 0,22 % pour les filaments). Parallèlement à la nécessité d'étudier un matériel dans le même état, il est utile d'en obtenir des quantités suffisantes; nous avons donc choisi la fin de la phase linéaire de croissance comme période de prélèvement. Dans ce cas, TF = TL = $0,1 \times 10^{-2}$ après 6 jours et demi de culture (TF et TL sont exprimés comme étant le nombre de doublement de matière cellulaire par unité de temps).

L'ensemble des résultats obtenus est réuni dans le tableau I. Les pourcentages sont calculés par rapport au poids sec.

Nous ne retiendrons que les constituants ayant des teneurs très différentes dans les deux formes cellulaires; ceux-ci correspondent, d'une part aux acides nucléiques, d'autre part aux polyosides. Ces derniers sont plutôt à considérer comme un terme final dans le mécanisme de la différenciation. Le glycogène acidosoluble, la chitine, les hémicelluloses sont en quantité beaucoup plus grande dans la phase filamenteuse. Les polyosides du précipité IV, déduction faite du glycogène (non extrait avec un matériel non broyé) et de la chitine, sont en quantité voisine dans les deux formes. Il serait donc possible d'envisager que les filaments et les levures aient une partie membranaire semblable qui serait, dans le cas des filaments, enrichie de glycogène, de chitine et d'hémicelluloses. Ces derniers polyosides sont quelquefois considérés chez les végétaux comme des substances d'épaississement de membrane et de réserves facilement déplacées pour des synthèses nouvelles.

Les différences, déjà mentionnées, de teneurs en acides nucléiques entre les deux formes ont été encore confirmées par ce

Source : MNHN, Paris

travail. Les valeurs sont aussi exprimées par rapport aux protéines qui constituent une base de référence plus spécifique que le poids sec. La phase levure a une teneur en ARN différente de celle de la phase filamenteuse (Tableau II), respectivement 10 % et 8,7 %, mais l'attention est surtout retenue par l'ADN : la forme levure a 3,7 % d'ADN et la forme filamenteuse 1,9 % d'ADN. La différence entre les quantités d'ADN des deux formes (près de 50 %) est particulièrement remarquable et permet de penser à une implication de cette substance dans le phénomène de différenciation que nous examinons. Une étude de sa vitesse de synthèse permettra peut-être de préciser son rôle dans la régression ou la disparition de la forme filamenteuse qui est observée avec certains milieux ou dans les conditions de vie parasitaire.

BIBLIOGRAPHIE

1) Bièvre (C. de). — Conditions d'extraction et d'estimation des acides nucléiques de *Sporotrichum schenckii*, champignon dimorphique pathogène pour l'homme. Application à l'étude des phases filamenteuse et levuriforme. *Ann. Inst. Pasteur*, 1969, *117*, 694-707.
2) Bièvre (C. de). — Calcul du taux de croissance des colonies filamenteuses et levuriformes de *Sporothrix schenckii*. *Bull. Soc. Myc. Méd.*, 1970, *17*.
3) Burton (M.). — A study of the conditions acid mecanism of the diphenyl-amin reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.*, 1956, *62*, 315-323.
4) Drouhet (E.) et Mariat (F.). — Etude des facteurs déterminant le développement de la phase levure de *S. schenckii*. *Ann. Inst. Pasteur*, 1952, *83*, 506-514.
5) Halliman (T.), Fleck (A.) and Munro (H. N.). — Loss of ribonucleic acid into lipid solvents after acid precipitation. *Biochem. Biophys. Acta*, 1963, *68*, 131-133.
6) Lowry (O. H.), Rosebrought (N. J.), Farr (A. L.) and Randall (R. J.). — Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, *193*, 265-275.
7) Mariat (F.) et Bièvre (C. de). — Caractère de la croissance et évolution de la teneur en constituants cellulaires des phases levure et filamenteuse de *Sporotrichum schenckii*, champignon dimorphique pathogène pour l'homme. *Ann. Inst. Pasteur*, 1968 *115*, 1082-1098.

Source : MNHN, Paris

8) MARIAT (F.). — The epidemiology of the mycosis. Some comments in relation to a particular case of sporotrichosis, *in Systemic mycoses*. A Ciba Foundation Symposium. Churchill édit., London, 1968.
9) Methods in carbohydrate chemistry, Vol. V. Acad. Press édit., New York and London.
10) Modern methods of plant analysis. Vol. II. Springer Verlag édit., Berlin.
11) MONTREUIL (J.), SPIK (G.), DUMAINIL (J.) et MONSIGNY (M.). — Procédés de détermination de la composition en oses des acides libres et combinés. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1965, 239-254.
12) MUNRO (H. N.) and DOWNIE (E. D.). — Extraction of protein from tissues during treatment with organic lipid solvents. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1964, *106*, 516-524.
13) SHIBKO (S.), KOIVISTOINEN (P.), TROTNYCK (C. A.), NEWHALL (A. R.) and FRIEDMAN (L.). — A method for sequential quantitative separation and determination of Protein, RNA, DNA, lipid and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. *Anal. Biochem.*, 1967, *19*, 514-528.
14) *in* Techniques de laboratoire. Masson et Cie édit., 1963, Paris.
15) WATTIEZ (N.) et STERNON (F.). — Eléments de chimie végétale. Masson et Cie édit.

(*Service de Mycologie. Institut Pasteur*
25, rue du Dr-Roux, Paris 15e.)

Source : MNHN, Paris

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

■

Albert Leclair et Henri Essette. — Les Bolets. Un volume 21 × 27 cm, 54 + 81 p., 64 pl. coul. et 8 pl. n. Editions Paul Lechevalier, Paris, 1969.

Les deux auteurs sont depuis longtemps des amis de notre Maison et sont bien connus de nos lecteurs, surtout Albert LECLAIR, le principal organisateur des Journées Mycologiques de Bellême, devenues classiques, et collaborateur essentiel des excursions de notre Laboratoire dans cette région du Perche qui reste l'une des plus variées et des plus riches de France en matière de mycologie de terrain.

L'ouvrage constitue le Tome II de la collection « *Atlas mycologiques* ». Il s'insère parfaitement dans le cadre que s'est assigné l'Editeur, qui reste l'un des plus réputés spécialistes français dans le domaine des Sciences Naturelles : les Editions Paul LECHEVALIER ont voulu mettre à la disposition des Amateurs, toujours aussi nombreux mais de plus en plus avertis, et même à celle des Mycologues chevronnés qui savent combien peuvent être longues et parfois fastidieuses les recherches à entreprendre dans une bibliographie dispersée, un outillage moderne sous la forme de monographies consacrées chacune à un genre ou (sans se perdre dans les problèmes de hiérarchie systématique ou de nomenclature) à un groupement qui a constitué naguère et constitue souvent encore aujourd'hui, pour certains, un genre.

Ces monographies se proposent de faire le tour complet des espèces françaises et mêmes européennes, en tenant compte, bien sûr, de toutes les précisions apportées par les nombreuses observations, même très récentes, publiées par les mycologues de tous pays.

Elles y parviennent parfaitement au moyen d'une description concise mais suffisante des espèces du groupe, chacune étant accompagnée d'une iconographie que l'on peut qualifier véritablement de modèle. En effet, Henri ESSETTE est à la fois un mycologue de très longue pratique et un aquarelliste de grand talent, photographe de valeur en même temps. Alliant son flair de chercheur, ses qualités d'observateur minutieux et son habileté à discerner le détail décisif à mettre en évidence par la sûreté de son pinceau et son coup d'œil de coloriste, il a déjà donné toute sa mesure dans le premier tome, « *Les Psalliotes* », dont il est, de surcroît, l'auteur unique. Il s'était, comme on sait, attaché depuis longtemps à débrouiller personnellement ce groupe

Source : MNHN, Paris

qui, en dépit des apparences, se montrait un des plus mal connus et qui reste un des plus difficiles. Il nous a donné là un livre clair et complet grâce auquel la détermination d'un de ces « cousins du champignon de couche » n'est plus un mystère ou un travail de Bénédictin.

Le groupe des Bolets est un des plus attrayants. Contenant de nombreux champignons appréciés dans le domaine culinaire, et en particulier plusieurs champions de la gastronomie, il retient l'attention de tous. S'il est aisé de distinguer rapidement quelques chefs de file, on sait que la connaissance approfondie est beaucoup plus difficile; citons seulement l'exemple des espèces (ou formes), plus ou moins toxiques, qui gravitent autour de *Boletus Satanas* et de *Boletus purpureus*.

Cette fois Henri Essette a illustré « *Les Bolets* » avec le même bonheur que précédemment; mais c'est Albert Leclair qui, associant sa mémoire et ses observations à celles de son collègue, a pris en très grande part la charge des descriptions et de la classification. Ceux qui ont eu la chance de se trouver à ses côtés dans la nature savent bien que, si les Bolets ont encore quelques secrets pour beaucoup, A. Leclair les détient tous.

Débutant par des considérations générales suivies d'un exposé et de conseils sur les méthodes d'observation, tant sur le terrain que sous le microscope, l'ouvrage comporte une clé analytique, très claire quoique très élaborée, aboutissant à la détermination de 72 espèces, toutes décrites et illustrées dans la partie Atlas.

Très complet, il répondra à toutes les questions que peut se poser en matière de Bolets le Mycologue débutant, averti, ou même savant. Sa présentation de haute qualité, sobre et moderne, en fait de plus un livre de grand agrément pour les bibliophiles.

Jacques Métron.

George L. Barron. — The genera of Hyphomycetes from soil, 364 p., 226 fig., The Williams and Wilkings Company, Baltimore, 1968.

La détermination des Hyphomycètes du sol demeure malaisée malgré les classifications présentées par Hughes, Subramanian, Tubaki, Luttrell, etc. Cet ouvrage, basé essentiellement sur celle de Hughes, cherche à mettre en valeur les caractères qui semblent dominants à l'auteur pour chaque genre afin de servir tous ceux, spécialistes ou non, qui s'intéressent à des problèmes où les Hyphomycètes ont un rôle. En ce qui concerne l'illustration, l'auteur accorde autant que possible une préférence à la photographie pour son authenticité.

G. B.

Source : MNHN, Paris

SUPPLÉMENT

A LA REVUE DE MYCOLOGIE

Chronique de l'amateur

■

CHAMPIGNONS INVISIBLES

Ce n'est pas des microscopiques que je veux parler, on ne les voit que trop. Mais d'espèces qu'on voit dans les livres, qui sont pleines de prestige, que quelques privilégiés connaissent, et qu'on ne rencontre jamais. C'est ainsi qu'après avoir cherché des champignons un peu partout dans le monde depuis tantôt cinquante ans, (hélas!) je n'ai jamais vu Tricholoma luteo-virens, dont l'atlas de Dumée donnait une si belle image que j'en ai rêvé pendant toute ma jeunesse. Il y a aussi Lepiota igni-volvata qui hante mon imagination, sans doute à cause de son nom superbe. Mais où se cache-t-elle donc? Je songe à Amanita ponderosa, dont je me demandais si elle existait vraiment jusqu'au jour où j'en ai vu des quintaux au marché de Lisbonne. Quant aux champignons souterrains, ils sont presque des mythes, et il faut tellement de chance, de flair ou de patience pour tomber dessus qu'autant vaut n'en pas parler.

Et je pense aussi à tous les champignons qu'on ne voit qu'une fois dans sa vie. J'en ai pas mal à mon actif, que le hasard m'a fait trouver où je ne les attendais pas, et que je n'ai plus jamais revus. C'est le cas de Queletia mirabilis. Je dois être le dernier à l'avoir contemplée. J'avais onze ou douze ans, et elle m'est apparue, surgissant d'un tas de fagots pourris. Il y en avait bien une centaine, et comme cette espèce n'est pas difficile à déterminer, j'en suis venu à bout avec le Costantin et Dufour, où elle était accompagnée du sigle RR. Je fus rempli de fierté, mais n'avais pas assez d'expérience pour me douter que c'était là la trouvaille solennelle, unique, le phénomène, la merveille, et autant en a emporté le vent. Ah si j'avais su! j'en aurais fait des exsiccata que se seraient disputés tous les musées et tous les herbiers du monde. J'ai sans le savoir gaspillé une

Source : MNHN, Paris

chance sans pareille et j'en ai encore un regret cuisant. Mais qu'y faire? « Aimez ce que jamais on ne verra deux fois », dit le poète. J'ai bien le sentiment que ce pauvre Queletia, on ne le reverra plus.

Il y en a d'autres. Je crois avoir vu presque toutes les petites Lépiotes. Mais chacune ne m'a fait qu'une fois le plaisir d'éclore sous mes pas. C'est dans les hêtraies du Sundgau qu'il faut aller les chercher. Elles y croissent entre les racines des vieux hêtres, là où la pluie a amassé en terreau impalpable pendant des années des débris d'écorce, de mousse et de lichens. Ou bien encore le long des sentiers forestiers, où les feuilles mortes sont écrasées et enterrées par les passants. Et un jour, j'ai fait coup double, selon une coïncidence qui n'avait pas une chance sur un milliard de se produire. J'avise un champignon à la fois écailleux et poilu que je cueille, et c'était Inocybe hystrix. A côté de lui se trouvait son frère, au moins je le crus. Mais à l'examen, c'était Lepiota hystrix! La ressemblance était telle que vues de haut les deux espèces étaient indiscernables l'une de l'autre. On pourrait philosopher sur ce cas de mimétisme, et l'interpréter comme un pur hasard, comme une convergence d'évolution, ou plus sagement ne pas l'interpréter du tout et dire que c'est ainsi parce que c'est ainsi. Pourquoi vouloir à tout prix trouver une raison aux choses, quand nous en avons si peu en nous-mêmes? Toujours est-il que ces deux champignons, je les ai vus ce jour-là, et ce jour-là seulement. Depuis, j'ai eu beau faire et chercher dans les mêmes parages, ils ne sont jamais revenus, ou bien avant et après mon passage.

Je note encore quelques espèces nouvelles. Les unes, comme Hygrophorus barbatulus, ont été retrouvées un peu partout, de même que l'Amanita Beckeri que le Dr Huijsman m'a dédiée. Mais Hygrophorus vaticanus qui m'est apparu dans deux stations et en masse voici quelques années s'est évanoui depuis, malgré l'amabilité des Eaux et Forêts qui ont accepté de ne pas couper les arbres dans son secteur. De ce fait, ce champignon a paru tellement suspect en tant qu'espèce que Moser l'a synonymisé avec un autre dont le nom m'échappe et que je connais assez pour dire que c'est impossible. C'est autre chose, et, heureusement, les exsiccata sont au Muséum comme pièces à conviction. Mais rien ne se perd, et sûrement un jour ou l'autre un mycologue des générations nouvelles tombera dessus et le ressuscitera définitivement.

Source : MNHN, Paris

Au fond, c'est tout le problème de la rareté qui se pose. Cette notion de rareté est obscure, et surtout tremblotante. Dire d'un champignon qu'il est rare, c'est simplement avouer qu'on ne l'a soi-même guère vu. Mais il arrive que d'autres le rencontrent partout et le considèrent comme une banalité. Tout est affaire de climat, de sol, d'environnement, d'écologie en un mot. Par exemple, Lepiota procera est rare dans le Jura calcaire, mais elle abonde dans les Vosges siliceuses, car il lui faut un terrain acide, et dans ce même Jura quand elle se trouve, c'est dans le terreau des vieilles sapinières, qui est acide comme le diable. Notre classique oronge, de plus en plus rare à mesure qu'on remonte du midi vers le nord, surabonde en Corse, où on la récolte par tombereaux. De même dans le Val d'Aoste, à la saison, les enfants se postent le long des routes pour en vendre de pleins paniers aux touristes qui passent.

J'ai eu un jour la visite de deux mycologues danois. Devant nous s'est offerte une Amanita junquillea de toute beauté, un vrai modèle d'exposition. Ces deux amis nordiques, pour qui l'espèce était inconnue, sont tombés à genoux et en extase pour la voir mieux et de plus près. Comme j'en vois quelques centaines par an, une telle excitation m'aurait semblé ridicule si je ne m'étais souvenu à propos de ce qu'avait été mon émotion quand j'ai vu ma première oronge. Je crois bien que j'en avais eu la fièvre. Les naturalistes ont autant le droit que les autres hommes de ne pas être maîtres de leur grand sympathique et de leurs hormones, dans les grandes circonstances, et il est plus légitime à mes yeux et peut-être un peu plus noble de faire de la température devant une rareté végétale plutôt que de briser un mobilier en écoutant une « idole ».

Si je vais au fond de moi-même, et si je me demande pourquoi la trouvaille d'une rareté sans aucune valeur marchande procure une telle satisfaction, je crois que voici la cause et la racine de ce phénomène. Il y a de par le monde quelques milliers de naturalistes sérieux qui cherchent et trouvent des tas de choses. Il y a d'abord celles que tout le monde trouve. Tout entomologiste peut mettre la main sur une Piéride du chou ou sur un hanneton, tout botaniste marche à chaque pas sur un pissenlit ou sur du chiendent, tout ornithologue a vu des moineaux. Tous les mycologues ont vu des Lactaires poivrés, et ainsi de suite. Mais celui qui a découvert ce qui avait échappé aux autres, soit qu'il ait l'œil plus fin ou plus de chance, a le

Source : MNHN, Paris

sentiment de posséder alors un petit trésor de sensations personnelles que personne ne peut lui enlever. Ainsi, avoir vu Queletia mirabilis est pour moi une sorte de privilège qu'on ne me ravira pas, et j'en éprouve du contentement.

Il n'y a pas à avoir honte de cette petite pointe de vanité. Elle est peut-être un aiguillon nécessaire à notre désir de connaître. Et puis ce sentiment est pur comme un regard d'enfant. En effet, si un philatéliste trouve dans un lot obscur un timbre rare, sa joie sera immédiatement contaminée par la valeur marchande de sa découverte. Mais Dieu merci Queletia mirabilis ne vaut rien, et son seul prix est celui de la contemplation qu'elle permet à son chasseur.

Et voyez-vous, les émotions de cette sorte nous sont permises et promises à tous. Là où le touriste commun ne voit que ce que lui désigne le guide, nous autres nous verrons tout ce que les autres ne voient pas, et qui seul compte. Je me souviens d'un choc de ce genre, bien particulier. Je me trouvais à La Réunion avec le Professeur Bossard, et nous traversions à toute vitesse en voiture la Plaine des Cafres. Ce savant m'avait dit qu'il aimerait bien retrouver dans l'île le Rosa borbonica, que l'Impératrice Joséphine, passionnée des roses, avait dans son jardin de La Malmaison, et qu'on avait perdu depuis. Tout à coup, j'ai avisé le long de la route un buisson de roses qui grimpait dans les arbres voisins, et mon intuition m'a fait crier : « La voilà ! » Arrêt de la voiture, trois cents mètres en marche arrière, et c'était elle. Personne ne savait plus qu'il en existait encore, et on a pu en rapporter des boutures en Europe où cette espèce historique a retrouvé droit de cité.

Eh bien, je vous assure que ce fut une minute assez extraordinaire et une de ces minutes qu'on n'oublie pas de sitôt. Or combien de découvertes de ce genre ne nous ont-elles pas exaltés, tous tant que nous sommes? C'est pourquoi, au lieu de nous plaindre de la rareté de tant d'espèces que nous aimerions voir un peu plus souvent, félicitons-nous qu'il y en ait deux ou trois cents qu'on voit sans cesse et deux ou trois mille qui sont une réserve de merveilleuses surprises. A qui sait voir presque chaque pas en promet une, et tant pis pour les aveugles.

Plus j'y réfléchis et plus je crois qu'être mycologue est un très grand privilège. Ce n'est pas un métier, ce n'est pas seulement l'exercice délicieux d'une science jamais finie, c'est un

Source : MNHN, Paris

état, c'est une disponibilité superbe en face d'une partie du monde vivant qui permet d'en pénétrer quelques secrets et d'entrer sur la pointe des pieds dans les coulisses de la Création. En vérité, s'il fallait recommencer, je recommencerais sans hésiter, et avec les livres dont on dispose aujourd'hui, j'en saurais bien davantage. Mais je ne regrette rien, car comme le disait Paul Valéry en mourant : « Enfin, j'ai fait ce que j'ai pu. » Le mycologue qui a fait ce qu'il a pu n'a perdu ni son temps ni sa peine, et au jugement dernier il sera pleinement justifié. En tout cas, si j'étais Dieu, j'aurais pour les naturalistes une indulgence particulière et je dirais : « Voilà des gens qui ont su apprécier mon œuvre. Il y en a si peu qu'il faut leur ouvrir la porte sans les examiner davantage. »

G. Becker.

NÉCROLOGIE

Nous avons appris la triste nouvelle de la mort brutale de l'ethnologue américain Stephan F. Borhegyi, à la suite d'un accident d'automobile. Il était connu par ses remarquables travaux sur les pierres-champignons et les micropoteries utilisées par les prêtres Maya et Totonaques du Guatemala, de l'isthme de Tehuantepec et de la région de Veracruz dans les cérémonies rituelles très anciennes attachées au culte des Champignons sacrés, objets qu'il avait recueillis notamment au cours d'une expédition avec R. G. Wasson au Guatemala, en 1952.

INFORMATION

Un Symposium International sur la microscopie électronique à balayage se tiendra du 7 au 9 avril 1970 à l'Université de Reading (Grande-Bretagne). L'objectif en sera : « Systematic and Evolutionary Applications. » Parmi les nombreuses communications, signalons que plusieurs seront consacrées aux grains de pollen, à l'ornementation sporale chez les champignons, et au parti tiré de l'examen au Stéréoscan des éléments fongiques aussi bien chez les champignons supérieurs que chez les micromycètes.

Source : MNHN, Paris

Chronique mexicaine

■

Une sélection de commentaires sur les drogues.

Après l'*Histoire de la Drogue*, de Jean-Louis BRAU (1), voici que paraît un livre — *Essai sur l'expérience hallucinogène* — qui mérite d'être analysé attentivement. Il réunit un nombre appréciable de textes choisis par le Comité de rédaction de *Mandala*, rassemblés et présentés par J.-C. BAILLY et J.-P. GUIMARD, et édités par Pierre BELFOND. La richesse de la plupart de ces extraits nous autorisera probablement à les commenter dans plusieurs de nos présentes chroniques.

L'avant-propos fait déjà état du parti facile mais généralement bourré d'erreurs, d'exagérations, que la grande presse a tiré d'un domaine qui, « bien avant son passage dans les salles de rédaction, s'avérait d'une importance toute providentielle ». Et la première citation d'un texte de Jean-Jacques LEBEL nous donne la note qui gouverne en fait la conclusion philosophique du débat ainsi instauré : « le principe de rendement autour duquel gravite la société industrielle cache un piège dans lequel la pensée occidentale est tombée pour ne plus en sortir. »

Et l'auteur de cette introduction ajoute en parlant des hallucinogènes : « les possibilités qu'offrent ces substances, à des degrés divers, varient des recherches ethnologiques, sociologiques, aux créations d'expression artistique, aux adaptations d'une pratique spirituelle, mais toutes tendent essentiellement vers la recherche de la transcendance, de la libération, soulignant constamment tous les liens naturels qui intègrent l'homme à l'univers. » Reste à savoir si les résultats sont à cette mesure.

Dans une première note du regretté Roger GILBERT-LECOMTE la question essentielle se précise : « ...les stupéfiants sont considérés moralement par certains mystiques, aussi paradoxal que cela puisse paraître, comme des moyens d'ascétisme. Il ne saurait jamais s'agir, bien entendu, de les considérer comme géniteurs d'extases, dont leurs états spécifiques sont aux antipodes, ou

(1) Voir notre chronique mexicaine dans le précédent fascicule de notre Revue (T. XXXIV, fasc. 1, 1969, p. 88).

Source : MNHN, Paris

même seulement comme favorables à la contemplation, mais seulement en tant que contre-poisons. En particulier dans notre civilisation moderne où le corps humain est dégradé par l'excès de nourriture, la fébrile suractivité et les déformations des habitudes techniques, l'absorption de certaines drogues peut lutter contre ces éléments de désordre et rendre à l'Esprit impersonnel un terrain propre à sa visite. » Parfois peut-être.

Un premier article de Richard P. Marsh concerne « la signification des drogues mentales », c'est-à-dire LSD 25, mescaline et psilocybine. C'est là l'une des remarquables études transcrites, rédigées et pensées avec une attrayante objectivité autour de la controverse : les drogues mènent-elles à un élargissement de la conscience humaine ou bien à la psychose; voire à l'usage pernicieux d'un moyen insidieux de contrôler la pensée? Pour l'auteur, l'expérience de la drogue est une expérience sémantique : elle consiste à créer et découvrir des significations, et il les analyse parfaitement; *relâchement de la fonction symbolique :* l'hallucinose devient une réalité d'un ordre supérieur; *expérience de l'unité*, autrement dit, on remplace la différenciation entre les objets ou les êtres distincts, résultat habituel de nos comparaisons, par les liens qui peuvent d'autre part les unir, c'est-à-dire que « les choses et les qualifications qui emplissent nos vies sont en partie des constructions verbales », appréciation qui paraîtra insensée aux yeux du positiviste; « *voir le jeu* » : « l'expérience de l'hallucinogène peut donner au preneur un étonnant aperçu de ce que pourrait être la vie si les barrières de nos organisations disparaissaient »; *la réceptivité*, dans un environnement qui peut brusquement devenir étonnant, autrement dit, avec Aldous Huxley : « être secoué hors des ornières de la perception ordinaire »; « *conscience de l'ombre* », c'est-à-dire, selon Jung, « du côté confus et refoulé de la personnalité, antithèse au côté collectif et adapté qui baigne dans la lumière de la conscience », car ces drogues n'atteignent pas dans leurs effets le niveau réel de l'hallucination, l'expérimentateur peut examiner ses propres réactions à travers la nature altérée de ses perceptions; *la découverte de l'amour*, grâce à la découverte du jeu qui ouvre à la loyauté et à la liberté (nous allons vers une thèse à la Jean-Jacques...); enfin, *l'atteinte du soi*, un soi *unitaire* « qui chatoie et éblouit » opposé au soi *joueur*, résultat de l'accumulation des rôles, des règles, des buts que la civilisation inculque à l'être humain en formation.

Source : MNHN, Paris

Cette simple analyse montrera peut-être l'intérêt solide de cette mise au point.

Le texte de Humphrey OSMOND, directeur de recherches au New Jersey Institute, est tiré des Annales de l'Académie des Sciences de New York, en 1957, puis d'une importante anthologie de David SALOMON sur les drogues (1964). Ces pages, sous le titre *Sur quelques effets cliniques*, mettent en évidence successivement les divers aspects des prolongements cliniques auxquels conduit l'usage thérapeutique et expérimental des drogues psychotomimétiques. L'auteur rappelle tout d'abord qu'à fortes doses les spécialités pharmaceutiques peuvent déclencher dans l'organisme des symptômes analogues à ceux qu'on observe dans les maladies mentales. La définition que donne le Dr OSMOND des hallucinogènes mérite d'être citée, car elle élimine les véritables stupéfiants — morphine, cocaïne, atropine, etc... — dont nous rappellerons les actions en partie inverses de celles des hallucinatoires comme la psilocybine tirée des champignons Psilocybes du Mexique et la mescaline, corps actif du peyotl. « Les agents psychotomimétiques sont des substances qui provoquent des modifications dans la pensée, la perception, l'humeur, parfois dans l'attitude même du corps. Ces modifications se produisent une à une ou simultanément, sans introduire toutefois des perturbations au niveau du système nerveux autonome, ni même aboutir à la toxicomanie; et bien qu'à trop forte dose on observe avec ces agents chimiques des perturbations telles que les désordres d'orientation, les troubles de mémoire, les états de stupeur, voire même la narcose, ces effets ne sont toutefois pas symptomatiques ». Excellente définition à laquelle on ne saurait retirer le moindre terme.

Il est rappelé le rôle essentiel qu'ont joué dans la mise à jour de produits végétaux de cette nature les populations anciennes, « depuis cinq mille ans » : Indiens de l'Inde (soma), Aztèques (teonánacatl), Sibériens (Fausse Oronge et peut-être Amanite panthère), etc... « Puissions-nous leur rendre hommage ici, puisqu'ils n'apparaîtront jamais sur aucune liste bibliographique ». Cette dette de gratitude s'ajoute à celle que nous avons exprimée avec R. G. WASSON en conclusion de nos propres travaux... (Signalons que l'auteur ajoute à ces substances la bufoténine, dérivée du cohoba, et qu'on a signalée dans certains champignons à doses minimes — ce qui demande à être confirmé —, mais ici il s'agit d'une indication non entièrement

Source : MNHN, Paris

exacte : contrairement à bien des citations, la bufoténine ne provoque pas d'hallucinoses colorées.) Enfin, le Dr Osmond écrit encore : « L'intérêt de ces drogues dépasse le cadre même de la médecine. Elles trouvent des expressions en psychologie, en sociologie, en philosophie, en art et même en religion. » Nous sommes bien d'accord.

Dans d'autres chapitres, M. H. Osmond s'étend sur l'importance de ces corps, sur les psychoses expérimentales, sur *leur emploi en psychothérapie*, sur *la formation des psychiatres, les thérapeutiques et les maladies expérimentales, les agents psychotomimétiques* et *la psychologie, l'exploration de l'expérience*, et, pour finir : *comment devrait-on les nommer?*

Nous nous contenterons de livrer quelques brefs commentaires résumant les propos de l'auteur.

Les psychoses créées chez l'homme expérimentalement — et momentanément — nous autorisent à tenter d'établir des corrélations avec le comportement des animaux.

L'emploi de ces drogues peut être utile pour examiner les réactions d'un esprit normal qui serait placé dans des conditions inhabituelles.

Le psychiatre ou le professeur qui s'adresse à un auditoire de futurs médecins orientés vers la psychothérapie peut, afin de mieux les faire participer à l'univers mental des malades, les soumettre expérimentalement, dans un but didactique, à des essais de cette nature.

Une question posée par Cerletti, de Bâle, s'applique à un domaine qui demeure quelque peu mystérieux : le LSD 25 est éliminé de l'organisme en moins d'une heure, mais ses effets durent une douzaine d'heures. « Comment la drogue peut-elle continuer à agir alors qu'il n'en reste aucune trace dans le corps? »

Le problème de l'environnement a retenu vivement l'intérêt de Humphrey Osmond qui insiste sur le danger qu'offrent des vols aériens à grandes vitesses sur le foie, par exemple, et sur l'attention qu'on doit porter dans ces conditions aux dérivés de l'atropine. La réaction d'un corps chimique absorbé en même temps qu'un hallucinogène peut être fort pernicieuse : ainsi, le mélange de hachisch et de datura, ou de méthédrine et de LSD 25. La chlorpromazine est l'antidote du LSD. Par contre, l'atropine aggrave les effets du hachisch de même que les symptômes de la schizophrénie.

Source : MNHN, Paris

Les réserves que nous introduisons dans l'exposé de ce savant clinicien s'appliquent à l'aspect concret des effets de telles expériences et particulièrement aux visions prétendues généralement « parmi les plus belles choses qui se soient produites au cours d'une vie très variée et heureuse ». En fait, très objectivement, nous pensons que la nature des hallucinoses est liée étroitement au capital génétique et psychique de l'individu. Les effets peuvent être euphoriques ou dysphoriques, nos propres expériences et celles que nous avons conduites avec le Dr Pierre THÉVENARD le montrent indiscutablement comme celles menées par le Professeur Jean DELAY ; les exemples des peintres soumis à l'expérience psilocybienne, comme l'a réalisée le Dr René ROBERT, en sont une autre preuve. De telles considérations trouvent d'ailleurs leur appui dans les lignes que le Dr D. B. BLEWETT consacre au traitement psychiatrique par le LSD en ce même ouvrage : la diversité des actions exercées sur les malades après l'absorption du médicament prouve combien il faut être très prudent dans l'interprétation synthétique des résultats. Il convient surtout de mesurer les rapports très variables entre la dose utilisée et les effets qu'elle détermine. Avant d'appliquer le LSD, il est nécessaire d'étudier quelle quantité est à employer, et d'éviter un ébranlement du système cervical susceptible d'être pour le moins inutile. On conçoit la difficulté que peut rencontrer le psychiatre à s'en tenir à une dose qui soit ni trop faible ni trop forte.

Mais l'ultime conclusion du Dr H. OSMOND, pour revenir à l'excellente mise au point de celui-ci, réunira tous les suffrages : « cette sphère de recherches entre-t-elle dans le domaine de la science? Dans la négative, pourquoi n'en pas laisser la responsabilité à la religion, à la philosophie, à la politique? Mais la politique, la philosophie, la religion et même l'art se mettent de plus en plus sur les mêmes longueurs d'onde que la science, et, comme chercheurs scientifiques, notre responsabilité est de veiller à ce que la science ne devienne pas une marche funèbre, physique ou spirituelle. »

(*à suivre.*) Roger HEIM.

Source : MNHN, Paris

Toiles d'araignées et champignons hallucinogènes

(Suite)

■

Au cours d'une première série d'essais, nous nous adresserons à la *Zygiella-x-notata* Cl. pour plusieurs raisons : elle est commune aux environs du laboratoire, elle s'adapte facilement et rapidement à la présence de l'homme et sa toile, verticale, renouvelée pratiquement chaque jour, sauf en période de mue, est très régulière, au moins à notre échelle.

De cette toile, le plus souvent ellipsoïde, à grand axe vertical ou dans le prolongement du fil-signal, nous noterons les parties caractéristiques (fig. 1) qui, par leurs variations, nous permettront d'apprécier ses modifications : secteur libre (propre à *Zygiella-x-notata*) partagé plus ou moins également par le fil-signal aboutissant à la retraite de l'araignée, moyeu d'où partent les rayons entouré de la zone libre qui peut conserver des traces de la spirale provisoire et enfin le fil-spiral ou spirale définitive qui remplit concentriquement toute la toile, hormis le secteur libre.

Rappelons très brièvement les diverses phases de la construction de la toile : mise en place 1) du cadre, 2) des rayons et du moyeu, 3) de la spirale provisoire non collante, faite de fils fins et espacés allant du centre vers la périphérie, enfin 4) de la spirale définitive, collante, allant de la périphérie vers le centre avec destruction progressive de la spirale provisoire.

Pour la commodité du travail, il nous faut rendre les toiles indépendantes les unes des autres et mobiles sans les détériorer ni affecter l'activité de l'araignée. Pour ce faire, chaque araignée sera posée sur un cadre de bois (fig. 2) vertical, carré de 40 cm de côté supporté par un pied et comportant, collé dans un angle supérieur, un cylindre de papier de 50 mm de long sur 8 mm de diamètre pour y établir sa retraite. Au bout de deux jours, parfois moins, la Zilla a tissé sa toile et se tient à l'affût au bord de la retraite, les pattes antérieures en contact avec le fil-signal.

Les cadres, au nombre de 54, espacés d'environ 20 cm, sont disposés parallèlement les uns aux autres sur des tables.

En dehors des essais, les araignées sont nourries de Drosophiles ou de pucerons lorsque la toile, chez les jeunes, est trop fragile.

Source : MNHN, Paris

Les Drosophiles, repiquées environ tous les quinze jours, sont élevées sur milieu à la banane (1) dans des bocaux de verre fermés d'un bouchon de coton. Afin de rendre leur manipulation plus facile, le Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés nous a aimablement procuré une souche aux ailes vestigiales.

Les pucerons verts (souche aimablement fournie par le Laboratoire d'Entomologie Générale et Appliquée du Muséum) sont élevés sur pousses de blé se développant sur coton hydrophile humide dans une assiette. L'éclairage nécessaire à la fonction chlorophyllienne est distribué par un tube de type « lumière du jour ».

Pucerons ou Drosophiles ne sont pas posés mais projetés sur les toiles par une languette rectangulaire à partir d'un disque de 5 cm de diamètre, le tout en matière plastique découpée. Ce procédé présente plusieurs avantages : il reproduit à peu près ce qui se passe dans la Nature, seule la proie touche la toile sans risques de la détériorer, et il permet en outre de manipuler des proies toujours en mouvement assez rapidement et sans les endommager, ce qui laisse intacte leur vigueur pour se débattre sur la toile et indiquer par là la direction à prendre par l'araignée.

Une évaluation approximative (car les Drosophiles n'ont pas toujours exactement la même taille selon qu'il s'agit d'un mâle ou d'une femelle, ou bien selon qu'elles sont jeunes ou vieilles) de la ration alimentaire se fait en comptant le nombre de Drosophiles « mangées » car l'araignée boit ou suce les liquides.

Les toiles ne sont pas naturellement suffisamment visibles, sauf dans certains cas particuliers d'éclairage rarement réalisés spontanément. Aussi, pour projeter presque à coup sûr les proies dessus, nous plaçons derrière la toile convenablement orientée un écran noir de papier à dessin collé sur cadre.

Les araignées peuvent rester un certain temps (très variable et tributaire de divers facteurs) sans nourriture à condition de boire et de se trouver dans une atmosphère présentant un degré hygrométrique suffisant. L'eau de boisson pour chaque cadre est contenue dans un petit récipient (bouchon de matière plastique pour bouteilles à eau minérale) placé sur le socle du pied. Le problème de l'humidité atmosphérique ne se pose qu'en hiver, lorsque les radiateurs sont allumés. Le taux d'humidité relative ne doit pas descendre au-dessous de 30 %, sauf très temporairement. Des assiettes remplies d'eau, approvisionnées pendant les trop longues absences (la nuit et les jours de congé) par des siphons de verre plongeant dans un seau, assurent cette distribution. Pour une humidification rapide d'urgence, il suffit d'arroser le sol de ciment.

---

(1) Milieu à la banane. Pour un pot : une banane, une grosse cuillerée à café de saccharose, une grosse cuillerée à soupe d'agar-agar, une grosse cuillerée à café de levure en poudre, une pincée d'hydroxybenzoate de méthyle dissous dans un peu d'alcool à 90°. Ajouter au tout bien mélangé, et sans mélanger, 1 cm³ de levure de boulanger très épaisse.

Source : MNHN, Paris

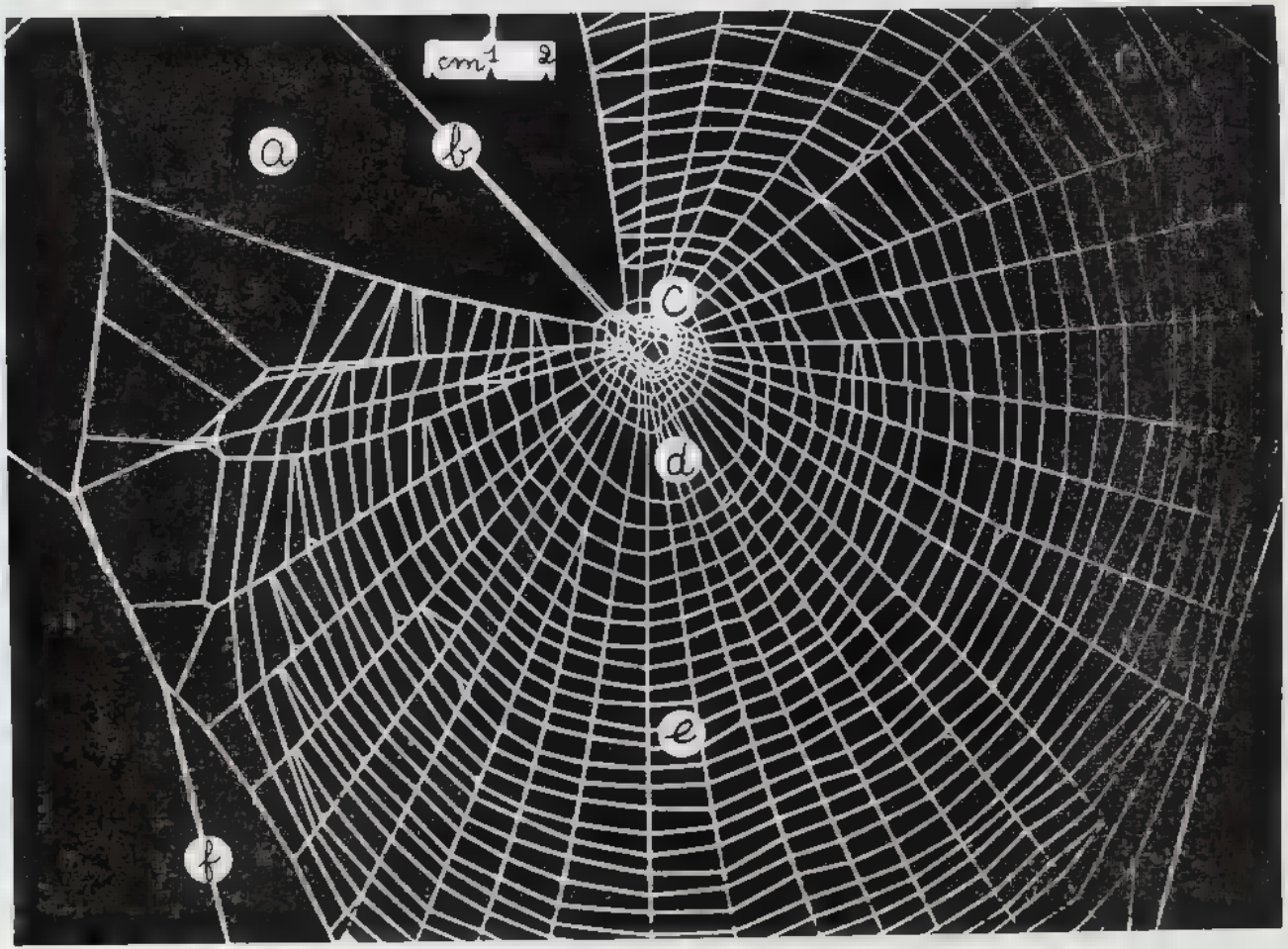


Fig. 1. – a : secteur libre; b : fil-signal ; c : moyeu; d : zone libre; e : spirale définitive; f : cadre.

Source : MNHN, Paris

En ce qui concerne l'administration de Psilocybine synthétique, qui se présente sous la forme d'une poudre rose pâle, nous avons dû rendre compatibles des conditions quelque peu contradictoires. Nous avons immédiatement abandonné l'injection d'une solution aqueuse pour plusieurs raisons : elle demeure délicate, avec risque de lésion de la cavité cardiaque et demande une certaine habitude; elle ne peut se faire commodément que sous légère anesthésie et nous igno-

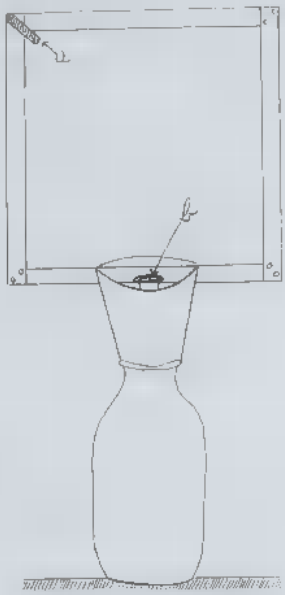


Fig. 2. — Cadre sur son pied.
a : retraite; b : eau de boisson.

rons si la substance employée n'influerait pas sur l'action de la Psilocybine; enfin et surtout, l'araignée, même reposée sur son cadre, devrait s'y réaccoutumer et l'effet de la drogue serait terminé au moment de la construction d'une nouvelle toile. Il restait la voie orale, la substance étant bien entendu en solution puisque l'araignée se nourrit de liquides; la difficulté était de faire absorber d'une façon certaine une quantité connue de liquide. Nous avons d'abord pensé à substituer la solution à l'eau de boisson mais combien l'araignée aurait-elle bu? Il ne pouvait être question de peser les araignées avant et après sans les perturber. Nous avons ensuite, par analogie avec ce qui se passe dans la Nature quand il y a de la rosée, projeté des gouttes d'eau sur les toiles. Les araignées, alertées par les vibrations dues au choc, venaient en effet les boire, surtout celles qui

Source : MNHN, Paris

avaient un certain volume. Mais, si l'expression populaire dit « semblables comme deux gouttes d'eau », les gouttes projetées étaient très différentes. De plus, il y avait une grosse perte de liquide. Quant à se servir d'un compte-gouttes, les gouttes étaient beaucoup trop grosses. Nous avons alors essayé de déposer directement sur la toile des gouttes formées par la tête d'une épingle fine trempée. Là encore, deux écueils nous attendaient : il était difficile de ne pas engluer l'épingle et la force capillaire qui retenait les gouttes de volume convenable pour l'araignée à cette dernière était supérieure à la résistance du fil collant de la spirale définitive.

Après avoir renoncé à poser ou à projeter directement une solution sur la toile et constaté qu'il nous fallait des gouttes égales, plus petites que celles qui tombent d'un compte-gouttes et qu'il serait peut-être plus facile de les produire sur un support horizontal avant de devenir vertical en collant à la toile, nous avons utilisé une plaque de polyvinyle (pour ses qualités hydrophobes) afin de voir comment on pouvait y former des gouttes égales, puis des disques de 6 mm de diamètre de la même matière découpés à la perforeuse de bureau dans des sachets d'emballage courants assez épais. Les gouttes d'un volume convenable à l'œil nu ainsi présentées sur la toile étaient bues et l'araignée se débarrassait ensuite du disque, comme d'une assiette vide, en le laissant tomber sur la table.

Etant donné que nous étions en présence de très petites quantités avec pour notre usage un matériel à l'échelle de la vie domestique courante, il était indispensable, sous peine de commettre de très grosses erreurs, d'apporter nos soins à manipuler avec toute la précision possible. C'est pourquoi nous avons examiné à la loupe binoculaire les gouttes d'eau distillée d'un volume satisfaisant formées par l'épingle trempée et qui nous semblaient presque égales à l'œil nu. Les variations de volume étaient trop grandes pour être acceptables et nous avions remarqué que les plus grandes se produisaient non pas par une différence dans la façon de les former mais par des variations du pouvoir mouillant de l'eau (peut-être en rapport avec des variations de la température). Il était donc hors de propos d'espérer obtenir à coup sûr des gouttes égales par ce procédé. Nous avons dû admettre que le seul moyen d'y arriver était de mesurer effectivement leur volume avant de les produire.

Nous avons reconnu au volume de 1 mm^3 les avantages suivants : vis-à-vis de l'araignée, c'est une goutte telle qu'elle n'est pas dédaignée et que plusieurs peuvent être bues consécutivement; une fois collée, par l'intermédiaire du disque, elle ne coule pas, quelles que soient les vibrations imprimées à la toile au cours de la chasse; enfin, les calculs sont simples.

Nous avions besoin d'un instrument de mesure rapide, fidèle et conçu de telle façon que, tout en restant d'un emploi facile, les erreurs pratiques inévitables soient extrêmement réduites. En étirant

Source : MNHN, Paris

une canne de verre à la flamme, nous avons obtenu une pipette capillaire dont une extrémité effilée assure un remplissage suffisamment lent; il n'y a plus qu'à la retirer rapidement de la solution quand le niveau du liquide atteint le repère (tracé sur le verre à l'encre de Chine) placé à peu près à 35 mm de l'extrémité effilée, ce qui dispense d'un ajustage après coup quasiment impossible; il faut souffler pour que la goutte se détache et il ne reste pratiquement rien aux parois de la pipette. L'égalité des gouttes ainsi formées est très satisfaisante sous la loupe binoculaire et cela autant qu'on poursuive les mesures. On diminue sensiblement la fragilité de cette pipette, tout en augmentant sa maniabilité, en la fixant sur un support de polystyrène expansé découpé au rasoir. Comme nous opérons toujours aux environs de 20° C, nous considérerons comme nulles les variations de capacité qu'entraîne la dilatation du verre.

Pour apprécier la régularité des toiles ou leurs modifications nous nous adresserons à la photographie. Les toiles, pour obtenir un contraste suffisant, sont placées dans une sorte de boîte de contreplaqué tendue de velours noir de 65 cm de largeur sur 60 cm de profondeur et 75 cm de hauteur, éclairées de face par deux lampes flood de 250 watts distantes entre elles de 20 cm au plus et distantes de la toile de 40 cm au plus. C'est avec les rayons que nous avons rencontré des difficultés : nous avons dû talquer les toiles pour supprimer la réflexion qui avait pour effet d'augmenter leur éclairement dans certains secteurs et de presque l'annuler dans d'autres. La spirale définitive, rendue mate elle aussi et épaissie, apparaît beaucoup mieux. Le talc ne gêne en rien les araignées qui peuvent chasser et refont leur toile en éliminant le talc sous forme de boulettes qui tombent sur la table. Au même degré hygrométrique ambiant, nous remarquons que toutes les toiles ne « prennent » pas le talc de la même façon, ce qui souligne les qualités individuelles propres à toutes les sécrétions animales.

Du fait justement des différences individuelles qui se manifestent dans tous les phénomènes où un être vivant entre en jeu, nous serons amenée à récolter un grand nombre de résultats sans doute avant d'émettre une hypothèse, en tout cas certainement avant de pouvoir tirer des conclusions. Nous nous efforcerons d'abord, par plusieurs photos, de déterminer dans quelles limites peut varier une toile normale chez une même araignée au cours des quelques jours qui précéderont l'absorption d'une substance autre que la nourriture.

(à suivre.) G. Bazanté.

Source : MNHN, Paris

Révision des Bolets

Troisième note

Par Jean BLUM.

■

Résumé :

Etude des Bolets des groupes *subtomentosus, piperatus* et *cramesinus*.

Ce travail se rapporte aux champignons que nous avons classés dans notre groupe XI (1), c'est-à-dire essentiellement aux *subtomentosus* et aux *chrysenteron*, accompagnés de leur suite naturelle, les *versicolor, armeniacus, spadiceus* et *porosporus;* nous y joignons les *piperatus* et les *cramesinus*, qui nous semblent difficilement séparables.

Nous ne faisons que citer dans notre clé le *B. pulverulentus*, que son intense bleuissement nous incite à rapprocher d'*erythropus* et nous écartons aussi le bolet *impolitus*, que nous voyons plutôt sur une lignée allant vers les *appendiculatus* et les *fragrans;* c'est dire que notre groupe XI est loin d'englober tous les *Xerocomus* classiques.

Nous aurions certes pu faire figurer ici le *B. badius*, très proche des *subtomentosus* par certaines de ses formes, comme *vaccinus* ou *tomentosus*, mais nous avons préférer l'isoler et le placer dans notre groupe XII (Note N° 4).

En revanche, nous avons choisi de comprendre dans cette étude le *B. parasiticus*, qui vient se situer entre *subtomentosus* et *piperatus:* certaines de ses récoltes ont absolument les pores larges et rouges des *piperatus*, tout au moins vers le pied, tandis qu'il montre parfois des spores tronquées à pore germinatif, comme chez *porosporus*.

Nous joignons aussi le *B. lignicola* de Kallenbach; nous ne le connaissons que peu et nous n'avons jamais récolté personnellement ce bolet qui pousse normalement sur les souches de conifères à cinq aiguilles; ceux que nous avons vus ont toujours évoqué pour nous de robustes *subtomentosus* clairs, autant par leur chapeau velouté que par leur pied strié ou leurs pores larges; nous ne voyons pas bien la possibilité de le ranger ailleurs, tout au moins macroscopiquement.

(1) Nous avons précédemment étudié les groupes *edulis, Satanas, purpureus* (*Bull. S.M.F.*, 1968, fasc. 2), les groupes *erythropus, luridus, Queletii* (*Bull. S.M.F.*, 1968, fasc. 4), le groupe *granulatus* (*Bull. S.M.F.*, 1969, fasc. 1), le groupe *luteus* (*Bull. S.M.F.*, 1969, fasc. 1).

Source : MNHN, Paris

Groupe *subtomentosus*

Chacun sait par expérience combien il est parfois difficile d'attribuer à certaines récoltes le nom de *subtomentosus* plutôt que celui de *chrysenteron;* cette ambiguïté n'est pas nouvelle et il suffit de se reporter à Fries pour constater qu'il a longtemps décrit sous le nom de *subtomentosus* un champignon qui est en fait très proche par sa chair jaune dans le chapeau, mais rougeâtre dans les interstices de la cuticule, de ce qui est habituellement nommé *chrysenteron* de nos jours.

Ce n'est qu'à partir de l'*Epicrisis* qu'il fait nettement la séparation, distinguant alors ce *chrysenteron* à chair rouge dans les crevasses, à pied fibrillé-strié à la fois rouge et jaune, à chapeau surtout briqueté, à tubes larges, jaunes, puis verdissant, et un *subtomentosus* à chapeau subolivacé, pâlissant avec l'âge, à chair concolore dans les interstices de la cuticule, à pied solide, côtelé et sillonné, à chair blanche au moins dans le chapeau.

Mais il décrit encore un autre bolet, sous le nom de *spadiceus,* qui a un chapeau ferrugineux, fauve rougeâtre, un pied clavulé et furfuracé, sans rouge, une chair blanche et immuable dans le chapeau, quoiqu'un peu fauve vers la cuticule, à pores larges et très jaunes; il ressemble, écrit-il, à *badius.*

Ces trois aspects étant précisés, les mycologues ont créé de multiples noms pour désigner des formes intermédiaires en se basant tantôt sur la couleur du chapeau, tantôt sur un caractère du pied et cela se comprend, car tous les *subtomentosus* ne sont pas olivâtres, tous les *chrysenteron* briquetés, et s'il existe des pieds entièrement rouges, d'autres sont remarquablement réticulés, ou plus exactement subréticulés, sur un fond purement jaunâtre.

L'étude microscopique de ces champignons est extrêmement décevante et en particulier les spores ne rendent guère de services, si ce n'est qu'elles permettent parfois de découvrir le curieux *B. porosporus* d'Imler.

En revanche, il nous a semblé que les cuticules pouvaient permettre un certain nombre de liaisons, à la fois entre les individus composant les espèces et entre les espèces; mais ce groupe constitue exactement ce que nous nommons une chaîne, c'est-à-dire que chaque espèce est formée par un nombre indéterminé de maillons, avec des raccordements de part et d'autre, et, ce qui complique encore le problème, aussi bien sur le plan microscopique que sur le plan macroscopique; en conséquence, nous n'avons pas trop hésité à faire revivre d'anciens noms dans notre clé de déterminations; ils ne correspondent évidemment souvent qu'à un nombre très restreint de maillons, mais ils n'en définissent pas moins un aspect possible.

Source : MNHN, Paris

La plupart d'entre eux proviennent de Rostkowius et de Sturm, mais ils ont été couramment utilisés par les anciens auteurs, c'est le cas notamment de *lanatus*, *eriophorus*, *pannosus*.

Notre *chrysenteron* typique, à chair jaune et bleuissante, rouge dans les crevasses de la cuticule, montre une cuticule comme en XI-1; les articles terminaux renflés évoquent presque les sphérocystes des *nigrescens-tessellatus*.

En XI-3, c'est la structure observée chez la plupart des récoltes que l'on nomme *subtomentosus* parce qu'elles n'ont pas la chair rouge dans les interstices du chapeau; l'organisation est certes voisine, mais les articles terminaux sont encore plus volumineux et intervient une disposition en gerbe qui se retrouvera chez la plupart des autres espèces du groupe.

En pratique, tous les intermédiaires existent : ce sont ces bolets aux caractères indécis, à chapeau sans rouge, mais à pied avec du rouge, ou encore avec des blessures se colorant de rouge, ou encore même ces bolets qui ont tout ce qu'il faut pour être des *subtomentosus*, mais dont la chair est jaune et bleuissante.

Il devient alors très aléatoire de vouloir toujours attribuer un nom sur le terrain, surtout dès que l'on entre dans la zone des *chrysenteron* non typiques, d'autant plus que le vrai *subtomentosus* finalement décrit par Fries, avec sa chair blanche et non bleuissante, son pied sans rouge plus ou moins côtelé-réticulé, ses pores très jaunes non verdissant, existe bien, avec une cuticule comme en XI-2, c'est-à-dire franchement différente.

C'est évidemment tout cet ensemble que Fries avait d'abord nommé *subtomentosus*, après que Bulliard, beaucoup plus tôt, l'eût appelé *B. communis*.

Mais Fries n'avait pas soupçonné, et nous non plus, avant cette étude, qu'entre *subtomentosus* et *chrysenteron* se trouvait tout un groupe très important en nombre, mais aussi par le fait qu'il semble être la plaque tournante d'où partent les diverses variétés, comme *spadiceus*, *armeniacus* ou *porosporus*.

Le bolet *chrysenteron* typique est un champignon au chapeau jaune sale, brun-orangé, à chair jaune et plus ou moins bleuissante, rouge dans les interstices de la cuticule, qui est vite crevassée, à pied jaune ponctué de rouge, aminci en bas, à pores larges, jaunes puis verdâtres, bleuissant au toucher. En fait, les trois caractères primordiaux sont la tendance au rouge, où que ce soit, la chair jaune, le bleuissement, et bien entendu la cuticule à hyphes à terminaisons volumineuses, évoquant presque les sphérocystes des *nigrescens*.

C'est elle du reste qui forme l'élément stable, la liaison entre les diverses variétés. C'est elle qui permet d'assurer que le bolet *versicolor* n'est strictement qu'un *chrysenteron* à chapeau rouge ou rose.

Source : MNHN, Paris

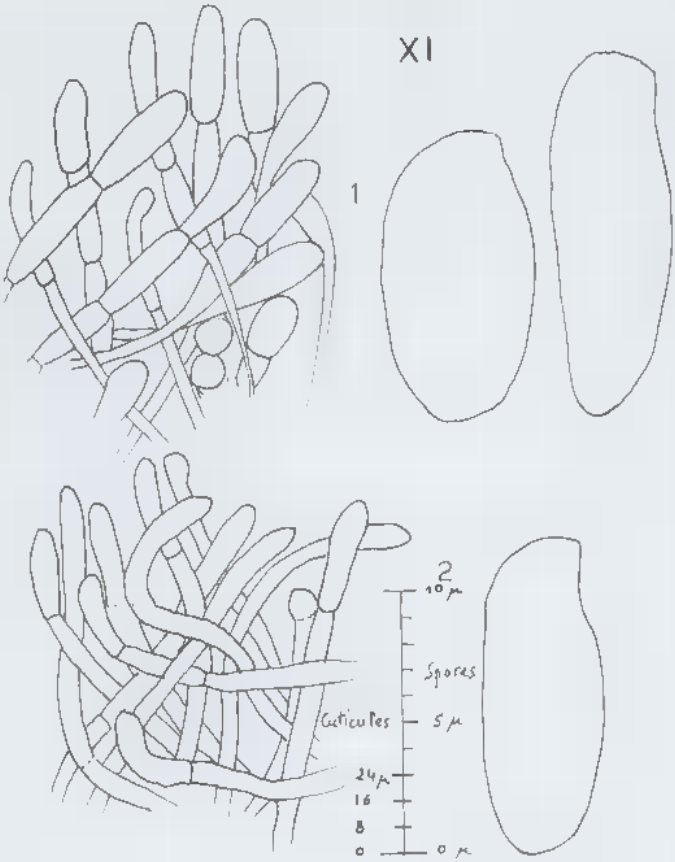


PLANCHE I

Fig. XI - 1. *B. chrysenteron* : cuticule avec des hyphes nettement septées, irrégulières, enchevêtrées, avec des articles de 6 à 15 μ de large faisant souvent penser à des sphérocystes; spores très variables, mais souvent relativement larges, surtout de 11 à 14 μ sur 4 à 6 μ. Même aspect chez *versicolor*, *pruinatus* et *pascuus*.

Fig. XI - 2. *B. subtomentosus* : des hyphes de 5 à 10 μ, grossièrement cylindracées, densément enchevêtrées; spores de 10 à 14 μ sur 4 ou 5 μ. Même aspect chez *lanatus*.

Source : MNHN, Paris

de même du reste que le bolet *pruinatus* des anciens auteurs, au chapeau brun pourpre ou violet pourpre; le rouge peut aussi envahir tout le pied et l'on arrive au bolet *pascuus* de Persoon, *à stipite coccineo*, à l'*erythrocephalus* Lucand, tout rouge, même le chapeau.

Mais à l'inverse, ce pigment rouge peut s'atténuer, disparaître du pied ou du chapeau et nous parvenons à ces formes litigieuses sans rouge au fond des crevasses de la cuticule, mais à la chair souvent encore rouge dans les morsures des limaces, qui nous conduisent peu à peu, à mesure que leur structure passe de XI - 1 à XI - 3, vers ces bolets qui sont couramment nommés *subtomentosus* tout en ayant une chair ni blanche ni immuable.

C'est pour eux que nous souhaiterions reprendre la vieille dénomination de *B. communis* utilisée par Bulliard.

Bulliard a représenté nombre de ces aspects (Pl. 328 et 393), avec des chapeaux brunâtres, orangés, rougeâtres, verdâtres, avec une chair rouge ou non sous la cuticule, plus ou moins bleuissante, des pores verdissants ou non, un pied avec ou sans rouge, parfois réticulé; il serait certes normal de se servir du nom de *communis* pour désigner tout cet ensemble, un peu avec le même sens que Fries avait d'abord accordé au nom *subtomentosus*, mais nous croyons que l'on peut adopter des limites plus étroites, en écartant justement les deux aspects extrêmes précisés ultérieurement par Fries, c'est-à-dire à la fois *chrysenteron* et *subtomentosus*, aux cuticules de types 1 et 2.

Le *B. communis* s'intercale donc entre eux, en même temps qu'un *B. ferrugineus* bien représenté par Bresadola (Pl. 915); il a les mêmes caractères microscopiques que *communis*, mais, tandis que ce dernier évoque les *chrysenteron* par sa taille ou son port, *ferrugineus* ressemble absolument à *subtomentosus;* il en a l'allure, la robustesse, le pied subréticulé, mais il a vraiment la chair jaune et bleuissante des *communis*, sans rouge dans les crevasses du chapeau.

Il convient sans doute de placer ici aussi le bolet que nous nommons *reticulatipes;* nous avons pris ce nom chez Martin (Mycologie suisse) qui l'utilise pour toute une série de *subtomentosus* à pied côtelé-réticulé; au sens très restreint que nous lui donnons, il correspond à merveille aux figures 1, 2, 3 et 4 du T. X et à la figure 6 du Tableau XVIII qui montrent des bolets aux tubes très courts, seulement de quelques millimètres et très jaunes, à tel point que l'on pense presque à des *cramesinus*.

La seconde série, passablement hétérogène, recueille les bolets ayant des cuticules de structure comme en 4, 5, 6, 7; l'aspect sphérocyste de 1 et 3 s'atténue et fait place à l'aspect gerbe, et comme on peut le deviner certaines formes feront la liaison avec la structure 2, qui est celle des *subtomentosus* vrais, à chapeau olivâtre, à chair blanche et non bleuissante, à pied côtelé-subréticulé.

Source : MNHN, Paris

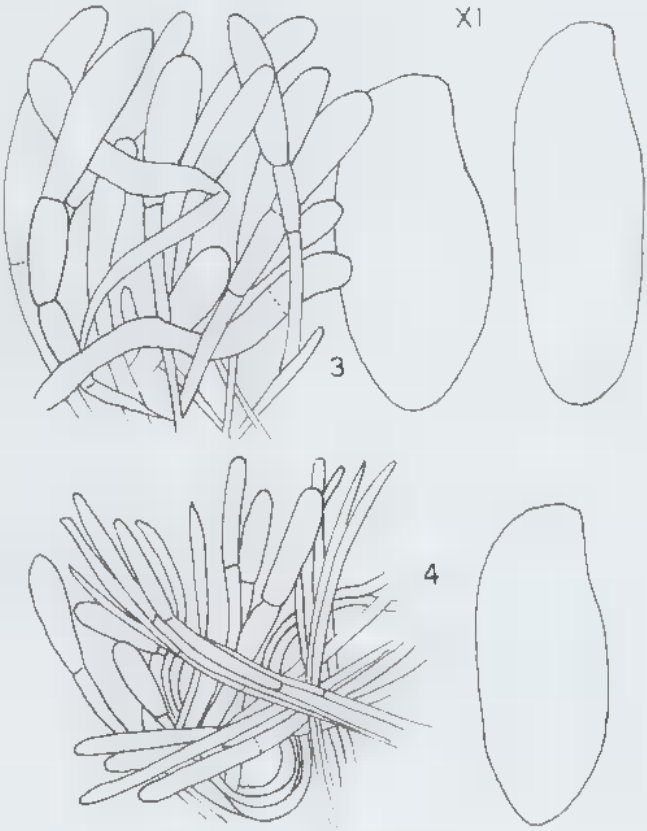


PLANCHE 2

Fig. XI - 3. *B. communis* : enchevêtrement d'hyphes entrecroisées à articles terminaux souvent difformes ou très volumineux, atteignant une largeur de 10 à 25 μ; spores assez variables, de 10 à 15 μ sur 5 ou 6 μ. Même aspect chez *ferrugineus*.

Fig. XI - 4. *B. armeniacus* : des hyphes très variables en taille et en forme, surtout larges de 5 à 10 μ, plus ou moins réunies en gerbes entrecroisées ou en amas entériformes; spores de 10 à 13 μ sur 4 ou 5 μ. Même aspect chez *rubellus* (voir aussi fig. XI-20).

Source : MNHN, Paris

Nous pouvons commencer par citer les *armeniacus*, à chapeau orangé, à chair souvent très orangée, vermillon ou souci vers la base du pied, mais encore passablement bleuissante.

Nous avons eu la surprise de retrouver leur même cuticule à hyphes moyennes entrecroisées chez certains « *versicolor* »; il y aurait donc deux *versicolor*, l'un, le vrai, vers les *chrysenteron*, l'autre vers *armeniacus* et ce n'est après tout nullement surprenant : la diagnose de l'*armeniacus* de Quélet mentionne des teintes jonquille, abricot, mais il est aussi écrit qu'il peut être améthyste ou groseille et nous sommes persuadé que ce sont des formes très roses que Quélet a donné sous le nom de *rubellus;* le texte de *rubellus* est identique à celui d'*armeniacus* à la couleur de chapeau près (chapeau tomenteux, pied rouge, jonquille en haut et en bas).

C'est aussi dans cette zone proche des *communis* qu'il faut intercaler les *porosporus;* ces bolets sont extrêmement remarquables par leur spore comme tronquée au sommet et qui se termine par un pore germinatif (fig. XI - 7 et 8). Nous ignorons encore s'il y en a un ou deux et les deux dessins de cuticule que nous donnons ne doivent pas faire illusion : ils se rapportent probablement à une seule et même espèce, en en montrant la variabilité; mais nous en connaissons un qui est souvent petit, à chapeau pâle, blanchâtre, grisâtre, rosâtre même parfois (d'où le nom de *roseo-porosporus* que nous lui donnons dans nos notes), et un autre qui est plus robuste, à nette tonalité olivâtre de chapeau et de pied, avec des pores finalement d'un vert bouteille intense; c'est lui qui nous paraît correspondre le mieux à la description d'Imler et c'est lui aussi que nous croyons reconnaître dans l'Atlas de Letellier sous le nom de *crocipodius* (fig. 666), tandis que le premier n'est autre que le *sublomentosus* var. *tessellatus* figurant dans l'herbier de Boudier.

On remarquera sur notre dessin XI - 8 la taille énorme des derniers articles des hyphes, qui se transforment presque en chaînes de sphérocystes, avec des éléments isodiamétriques dépassant parfois 20 μ de largeur; comme on peut le deviner, ces poils en arrivent à former des touffes qui donnent à la cuticule un aspect bien spécial qui permet de reconnaître ces *porosporus* sur le terrain.

Mais cette espèce pose néanmoins de nombreux problèmes, car il n'est pas rare de ne remarquer dans certaines sporées qu'un nombre très réduit de spores typiques et nous sommes persuadé qu'il doit exister des *porosporus* sans spores porées; autrement dit, il doit se produire un raccordement avec certaines récoltes de type *communis* ayant des cuticules comme en XI - 6; nous avons ainsi quelques récoltes vert sombre que nous avons rapportées à l'ancien *pannosus* Rostk. et nous pouvons même assurer que le *marginalis* de Boudier (Icones, fig. 203), quoique beaucoup plus clair, a encore exactement cette cuticule.

Source : MNHN, Paris

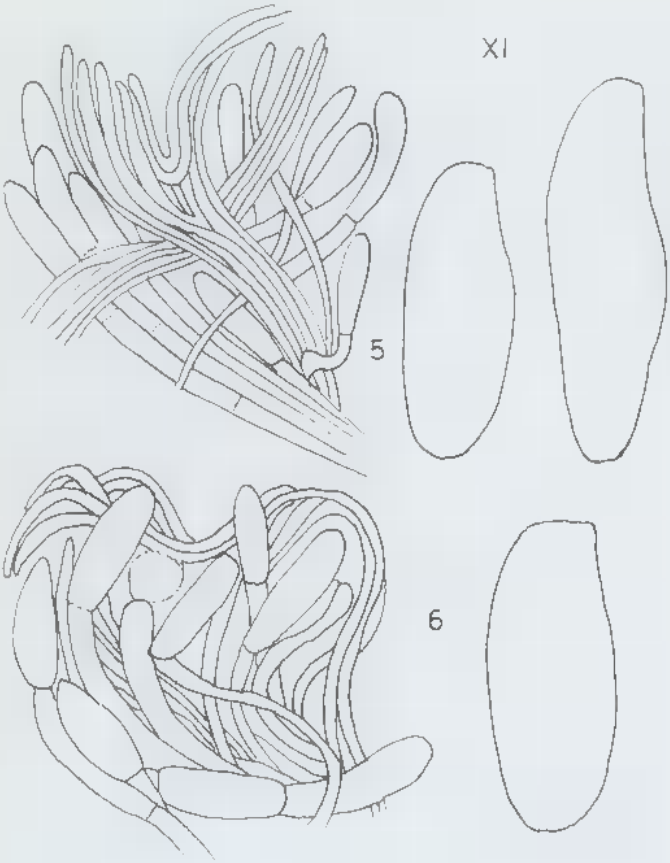


PLANCHE 3

Fig. XI - 5. *B. spadiceus* : des hyphes larges de 3 à 8 μ, çà et là avec quelques articles plus volumineux, rassemblées en gerbes, en amas contournés. Spores de 10 à 15 μ sur 4 ou 5 μ. Mêmes formes chez le *Leguei* de Légué.

Fig. XI - 6. *B. marginalis* (herbier Boudier) : des hyphes denses, en amas entériformes, avec des articles souvent volumineux, larges de 7 à 15 μ; très voisin de *communis;* spores de 11 à 15 μ sur 5 μ. Même aspect chez *pannosus*.

Source : MNHN, Paris

Il nous faut maintenant aborder la question du *B. spadiceus* qui, lui, se rapproche au contraire des *subtomentosus* typiques, dont il a théoriquement la chair blanche et immuable, le pied plus ou moins réticulé, mais avec un chapeau fauve rougeâtre; en fait, ses pores d'un jaune très vif bleuissent parfois à l'écrasement, sa chair est souvent un peu citrine chez les très jeunes exemplaires au-dessus des tubes et il lui arrive de bleuir, même quand elle est devenue blanche, ce qui est presque sa teinte habituelle; on peut toutefois signaler, assez curieusement, qu'elle tend à rosir à NH^3, lentement certes, mais une telle réaction n'est pas commune dans ce groupe, et nous avons même eu l'occasion de constater un bleuissement fugace rien qu'aux vapeurs de ce produit.

Ce champignon est évidemment intermédiaire entre *ferrugineus* et *subtomentosus* type; nous ne le voyons guère différent du *B. Leguei* de Boudier, dont nous avons pu examiner l'exemplaire type communiqué par Légué (Le Mans, 1893, Icones 141), et qui n'est probablement qu'un *spadiceus* spécialement trapu, au réseau plus large et plus rougeâtre; n'oublions pas, à ce propos, que Légué considérait le bolet *subtomentosus* au sens friésien, avec un chapeau olivâtre : il en dit « chapeau brun olivâtre, chair brunâtre sous la cuticule; pied à côtes très saillantes... ». Il nommait *spadiceus* un bolet des peupliers à pied veiné en réseau en haut, à chapeau brun rougeâtre, à pores d'un beau jaune ne verdissant pas, mais autrement ressemblant à *subtomentosus;* nous sommes d'accord.

Nous avons encore retrouvé cette même cuticule chez une espèce que nous rapportons au *rutilus* de Fries; chapeau fauve, tubes longs et débordants à pores larges, pied nettement alvéolé-réticulé; mais la chair jaunâtre devenait rapidement chocolat brunâtre à l'air, presque comme chez *carpini;* Fries cite une chair *fere nigrescens,* presque noircissante, chez son *rutilus* qu'il situe près de *badius;* il est effectivement vrai que la cuticule de tous ces bolets peut devenir avec l'âge ou la pluie parfaitement lisse et humide, comme chez *badius.*

Reste enfin à aborder les champignons ayant une cuticule comme en XI - 2, c'est-à-dire gravitant, à ce point de vue, autour du *subtomentosus* type.

Nous avons dès le début énoncé ses principaux caractères, tels que précisés par Fries : *pileo villoso-tomentoso subolivaceo, in cute concolori, stipite valido inaequali, saepe sursum attenuatus, subcostato-sulcato, tubulisque amplis angulatis luteis. Caro alba, pallida, in cute non rubra.*

Il est difficile de réunir autant de caractères essentiels en si peu de mots et tous les termes doivent compter : la couleur olivâtre du chapeau, se décolorant en jaunâtre, ajoute Fries plus loin, le pied jaune et subclaviforme comme côtelé-alvéolé, la chair non rouge

Source : MNHN, Paris

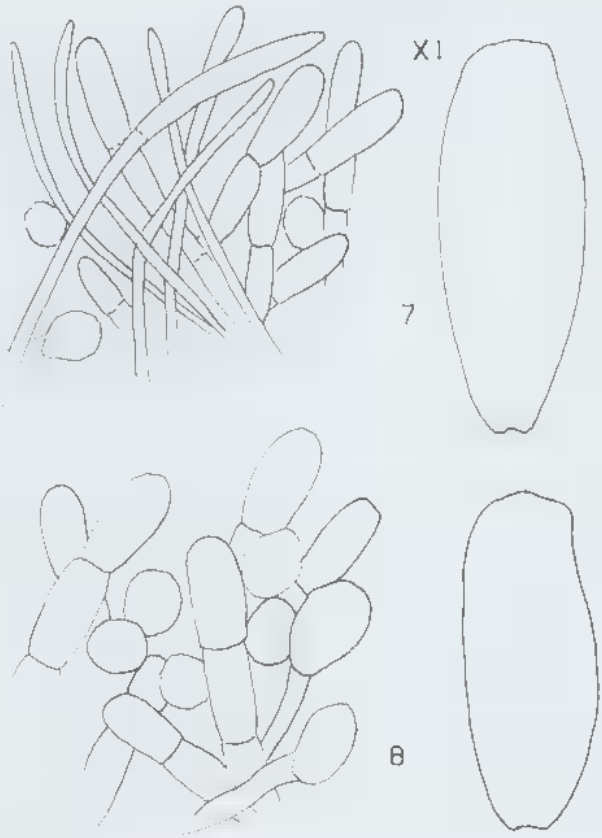


PLANCHE 4

Fig. XI - 7 et 8. *B. porosporus* : deux aspects assez différents, mais ne correspondant pas forcément à des espèces différentes; les hyphes sont tantôt entrecroisées et larges de 6 à 12 μ, un peu comme en XI-4, tantôt disposées en masses confuses, avec des articles terminaux très volumineux, en sphérocystes, atteignant 15 à 25 μ de large; spores également assez variables, surtout de 11 à 15 μ sur 5 ou 6 μ, à pore germinatif plus ou moins manifeste.

Source : MNHN, Paris

dans les interstices du chapeau souvent rimeux, mais blanche ou jaunâtre.

Faut-il pour les couleurs du chapeau s'en tenir strictement à la diagnose friésienne, nous en doutons un peu et il nous semble en particulier qu'il existe des formes à chapeau plus nettement brun ou fauve; nous en avons noté quelques-unes et nous avons retrouvé dans l'herbier de Boudier un *B. lanatus* = *reticulatipes* Martin qui semble bien identique, quoique nous interprétions autrement *reticulatipes*.

Cela éclaire, en tout cas, la conception du *B. lanatus*, au chapeau alutacé, que Fries disait être voisin de *spadiceus* et remarquable par son pied réticulé.

Chez *subtomentosus*, cette réticulation n'a rien d'obligatoire, elle témoigne simplement de l'existence d'une tendance à la réticulation, accentuée chez *spadiceus* ou *Leguei* ou *lanatus;* elle se retrouve chez le *subtomentosus* type, mais également chez *ferrugineus* et même parfois chez *chrysenteron*.

Il est également probable que la cuticule si particulière de *subtomentosus* doit se trouver à peu de choses près chez diverses récoltes différant macroscopiquement passablement du type et nous pouvons citer en particulier un bolet olivâtre que nous avions pris sur le terrain pour un *porosporus* sombre, à chair jaunâtre non bleuissante, non rouge dans les crevasses, mais à pied plus ou moins rouge en haut et fauve orangé en bas, non côtelé, qui avait cette même cuticule; il se situe donc fort mal ici, mais il peut faire la jonction en direction des *marginalis-pannosus* bien voisins macroscopiquement et il nous semble correspondre à une récolte nommée *eriophorus* par Boudier, en raison sans doute de son chapeau *lanuginoso* conforme à la diagnose originelle donnée par Sturm.

Groupe *piperatus*

Le bolet *piperatus* est un champignon assez commun, de taille à peine moyenne, venant essentiellement sous les conifères et que l'on reconnaît à son chapeau fauve, rougeâtre, à ses pores larges, décurrents, d'une teinte cuivrée bien particulière, et à sa saveur nettement poivrée.

Il a été créé deux espèces très proches, l'une par Boudier sous le nom de *Pierrhuguesii* et l'autre par Quélet sous le nom d'*amarellus*.

La comparaison des descriptions n'est guère éloquente et peut laisser supposer qu'il n'existe vraiment qu'une seule et unique espèce.

Voici l'essentiel du texte de Quélet : pied mince, creux en haut, jonquille aurore; chapeau 3-6 cm, ocracé ou purpurascent à marge jonquille; chair molle, aigrelette, un peu poivrée, citrine puis vineuse

Source : MNHN, Paris

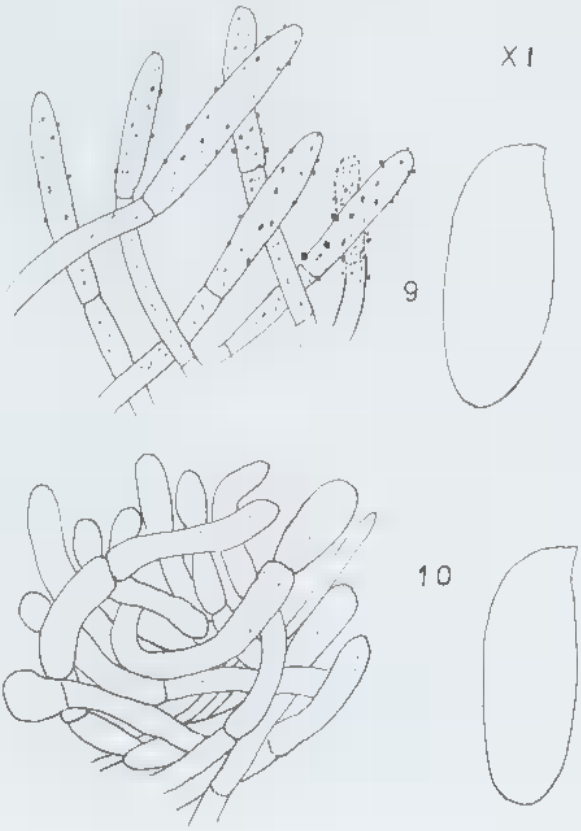


PLANCHE 5

Fig. XI - 9. *B. piperatus* : des hyphes épaisses, larges de 7 à 12 μ, entrecroisées, rapidement recouvertes d'incrustations qui persistent parfois après la disparition de l'hyphe; spore de 8 à 11 ou 12 μ sur 4 ou 4,5 μ.

Fig. XI - 10. *B. amarellus* : dense agglomération d'hyphes épaisses et difformes, épaisses de 10 à 15 μ, non ou à peine incrustées; spore de [illegible] à 11 μ sur 3,5 ou 4 μ.

Source : MNHN, Paris

à l'air; pores grands et anguleux, rose-rouge; peu différent de *piperatus* dont il est peut-être une variété montagnarde (*Ass. fr.*, 1882; Flore, p. 419).

Et voici celui de Boudier : chapeau ocracé, non visqueux, rougissant vers la marge; pores composés jaunâtres ou rougeâtre pâle; chair blanchâtre, douce, rougeâtre près des tubes; pied garni de ponctuations rouges au sommet, jaunâtre à la base (*S.M.F.*, 1900, p. 196).

Quant au *piperatus* type, il a le pied fauve, jonquille en bas, un chapeau cuivré ou roussâtre, une chair sulfurine ou un peu rosée de saveur assez nettement poivrée, des pores cuivrés (fig. XI - 9).

La plupart des auteurs n'ont admis qu'une seule espèce, certains deux, en faisant alors d'*amarellus* un synonyme de *Pierrhuguesii*, et c'était notre idée jusqu'au jour où nous avons retrouvé dans l'herbier de Boudier le bolet de Pierrhugues (de Hyères, 1900) qui a servi à Boudier pour rédiger son article du *Bulletin S.M.F.* cité plus haut; il a une cuticule bien spéciale avec des hyphes étroites et cylindracées (fig. XI - 11) et il est alors devenu évident pour nous qu'il s'agissait du champignon que nous nommions parfois *amarellus*, mais en le confondant avec un autre type de récoltes que nous avons appris à séparer microscopiquement et qui, lui, serait le véritable *amarellus*, de par sa saveur amère (fig. XI - 10).

Il est assez curieux de constater que cet *amarellus* qui est un véritable sosie de *piperatus* ne montre pas d'hyphes incrustées dans sa cuticule, comme il y en a chez ce dernier, ou du moins très peu; cette remarque valant aussi pour *Pierrhuguesii*.

Il nous faut cependant constater que la mise en évidence de trois textures cuticulaires différentes ne règle nullement le problème des appellations, d'autant moins que nous n'avons pu résoudre complètement la question des pores rose-rouge.

Quélet semble avoir décrit son *amarellus* en s'appuyant sur des récoltes faites par Barla et dessinées sous le nom de *piperatus* (t. 32, fig. 5-10) mais il est visible qu'il y a là deux espèces différentes; les figures 6 et 7, comme l'a bien remarqué Gilbert, ne sont que la stricte copie du *piperatus* de Krombholz (Pl. 37, fig. 18 et 21), très classique, tandis que les dessins 5 et 9 représentent des bolets avec des pores d'un rose-rouge assez particulier.

Ce sont de tels pores rose-rouge que Quélet mentionne dans sa diagnose d'*amarellus*, alors qu'à l'inverse Barla ne fait nullement allusion à cette couleur cependant surprenante : pour lui, ils ne sont que couleur de rouille, tout comme du reste il ne décrit qu'un pied fauve, et non partiellement rouge, et une chair à goût piquant et âcre; l'on ne peut alors que se demander d'où provient ce nom

Source : MNHN, Paris

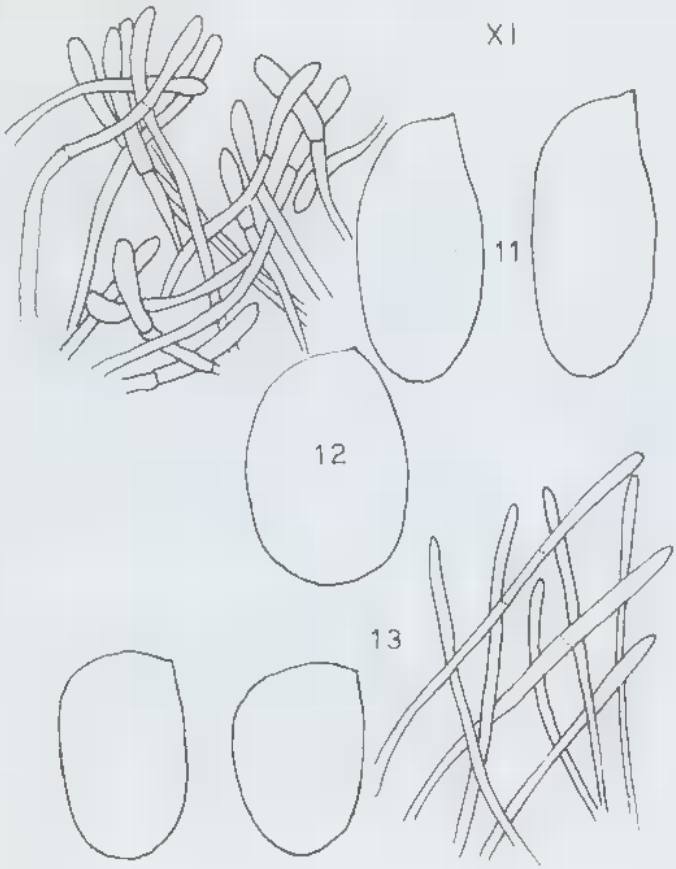


PLANCHE 6

Fig. XI - 11. *B. Pierrhuguesii* (herbier Boudier) : hyphes non ou peu incrustées, larges de 5 à 10 μ, entrecroisées, mais ayant tendance à former de petits amas, des débuts de gerbes; spores de 9 à 11 ou 12 μ sur 4,5 ou 5 μ chez la récolte-type de 1900. En fig. 12, quelques rares spores aberrantes de la récolte 1904.

Fig. XI - 13. *B. rubinus* : hyphes de 3 à 6 μ, cylindracées, entrecroisées, non ou peu incrustées; spores courtes et larges, de 7 à 9 μ sur 5 μ.

Source : MNHN, Paris

d'*amarellus*, puisque ni Quélet ni Barla ne citent le moindre argument en faveur d'une quelconque amertume (1).

Pour notre part, nous croyons que l'*amarellus* (*sensu stricto*) de Quélet existe bien, mais il est indiscernable de *piperatus* sinon par la saveur, qui est sensiblement douce, un peu amère tardivement.

Quélet a certainement trouvé ce bolet, puisqu'il a choisi ce nom d'*amarellus*, il a cru le revoir sur les dessins de Barla, peut-être justement en 6 et 7 (*piperatus* Krhz) mais nous supposons qu'il a été ravi de découvrir les beaux pores roses figurés en 5 et 9 sur ce qu'il a supposé être des aspects très jeunes; c'est pour cela qu'il a accepté l'ensemble des dessins.

Il n'est même pas interdit de penser que ce caractère des pores roses, si surprenant, est devenu pour lui un critère de détermination d'*amarellus* supérieur à la saveur; cela se conçoit et il est compréhensible que d'autres mycologues en aient fait autant.

Le type quéletien n'ayant pas été conservé, aucune solution ne s'impose véritablement, mais personnellement nous préférons réserver le nom d'*amarellus* pour ce bolet qui ressemble à *piperatus*, mais qui a une chair subdouce ou légèrement amère, et des pores d'abord brun-roux, finalement brun-rouge sombre, du moins d'après nos propres récoltes, et non pas rose-rouge.

Quant à l'espèce à pores roses, le n° 5 de Barla, ce n'est évidemment pas une invention de ce mycologue, mais c'est elle qui nous laisse le plus perplexe, car nous n'avons jamais vu un rose aussi vif.

Gilbert avait une opinion sur ces bolets et il était d'avis qu'*amarellus* et *Pierrhuguesii* ne faisaient qu'un; autrement dit, il n'attachait guère d'importance à la couleur des pores, trouvant parfaite pour *amarellus* la figure donnée par Boudier pour *Pierrhuguesii* (*Soc. Mycol. de Fr.*, 1900, Pl. 9); et s'il décrit lui-même *amarellus* avec un chapeau blanc jaunâtre, une chair douce, des pores rose-carminé, il ne s'étonne nullement que Boudier ne fasse allusion qu'à des pores rougeâtres, pas plus bien entendu qu'il n'avait vu de contradiction à utiliser ce nom d'*amarellus* pour une espèce douce, même au sens *Pierrhuguesii*, ou âcre et poivrée au sens de Barla.

Or, il nous paraît certain qu'il existe effectivement un petit bolet à pores roses et à chapeau souvent partiellement rose, autrement dit correspondant par ses pores au 5 de Barla, beaucoup mieux qu'à *Pierrhuguesii*; nous en avons par exemple reçu un exemplaire de Vienne, et son expéditrice, Mme A. Wandl, nous cite « la jolie couleur rose du petit chapeau, les jolis pores roses », en même temps qu'elle nous dit le récolter sous *pinus nigra*.

---

(1) Nous trouvons dans les *Icones* de Konrad et Maublanc, Pl. 119, une curieuse explication : « la chair est dite amère sans doute parce que Barla rattachait son champignon à *piperatus*, qui devait être poivré, ce que Quélet a reproduit. »

Source : MNHN, Paris

A l'étude, il s'est révélé microscopiquement identique à *Pierrhuguesii;* à notre avis, cela ne signifie pas absolument qu'il ne fait qu'un avec ce dernier, mais enfin cette hypothèse est à envisager et elle expliquerait évidemment la position de Gilbert.

Nous ne l'adoptons pas complètement parce qu'il semble exister un troisième larron, qui serait le *rubinus* de Smith-Worth, repris par Fries mais tout récemment aussi par Singer et quelques autres auteurs, dont A. Prochaska, qui l'a retrouvé en Moravie et en a donné un dessin expressif : le chapeau est rose-rouge, les pores aussi, de même que le haut du pied mais ce n'est cependant pas la récolte viennoise citée plus haut car ce *B. rubinus* a une spore tout à fait caractéristique, *ovatae* selon Fries, mais pour nous du même type que celle des *cramesinus,* très largement ovoïde, par exemple de 7 μ sur 5 μ à 9 μ sur 6 μ, donc bien différente de celle de *piperatus,* de notre *amarellus,* ou des divers *Pierrhuguesii.*

Mais là encore, nous buttons sur un obstacle : dans un second envoi de *Pierrhuguesii* fait par Pierrhugues à Boudier, en 1904, nous avons trouvé deux exemplaires présentant çà et là quelques spores isolées rappelant le type *cramesinus,* ou si l'on préfère, *rubinus.*

Le lecteur comprendra alors mieux notre réserve : il nous semble bien que *rubinus* n'est que le terme final d'une série aux multiples intermédiaires, d'une série qui passe évidemment par les *Pierrhuguesii* et qui englobe aussi la récolte viennoise dont la place dans cette chaîne est proche de *Pierrhuguesii;* elle représente, si l'on veut, une forme « *Barlae* » qui s'écarte du type par ses pores très roses qui sont ceux de la figure 5 de Barla et qui aurait un chapeau plus ou moins envahi de rose témoignant de son affinité vers les *rubinus.*

De la même façon, la récolte Pierrhugues 1904, celle qui présente quelques spores aberrantes, ne nous paraît pas rigoureusement identique macroscopiquement à celle de 1900; les chapeaux ont évidemment absolument perdu leurs teintes originelles, mais ils sont plus sombres, de même que les pores et peut-être se rapprocheraient-ils plus du bolet viennois.

Mais remarquons que ce dernier ne nous a montré aucune spore évoquant le type *cramesinus,* ce qui prouve que la forme de la spore ne varie pas automatiquement avec l'intensité de la coloration rouge.

Nous avons pu examiner deux récoltes de *rubinus;* elles concordent bien avec le champignon représenté par Prochaska; il s'agit effectivement d'un bolet plus grand que *Pierrhuguesii,* à pied plus long, plus conique, largement coloré de rouge à la partie supérieure, comme les pores et en pratique très proche de *piperatus* par son allure générale, mais en plus rouge.

Ses caractères microscopiques (fig. XI - 13) le situent près de *Pierrhuguesii* par la cuticule, mais il a bien cette spore large et courte qui fait penser à celle des *cramesinus,* en plus petit.

Source : MNHN, Paris

Il n'est évidemment pas impossible de supposer que *rubinus* pourrait servir de transition entre les *piperatus* et les *cramesinus*, certes bien voisins à de nombreux points de vue, mais nous serions presque plutôt disposé à considérer qu'il s'agit de deux séries parallèles très proches que les circonstances ont fait évoluer presque identiquement, en provoquant finalement des deux côtés la formation de spores aberrantes, bien trop larges pour leur longueur; mais c'est là une autre histoire, d'aucuns diraient même l'histoire des champignons...

Groupe *cramesinus*

Le bolet *cramesinus* a ceci de remarquable que personne ne sait où le ranger; il se rapproche évidemment beaucoup des *Xerocomus* comme *chrysenteron*, mais il possède une cuticule visqueuse aberrante dans ce groupe.

Le nom même de *cramesinus* est sujet de discussion et beaucoup de mycologues préfèrent le nommer *sanguineus*, mais comme l'avait fait remarquer Gilbert le nom de *cramesinus* Sec. est parfaitement précis et nous le préférons.

Le *sanguineus* originel, celui de Withering, n'était pas dit visqueux et il a été repris par Fries sur la vue d'un dessin vraisemblablement peu commode à interpréter.

Pour notre part, utilisant le nom de *cramesinus*, nous avions pensé nous servir de celui de *sanguineus*, tout au moins *sensu* Quélet, pour une espèce légèrement visqueuse, parfois relativement robuste, à chapeau rougeâtre, à pores très jaunes, et qui nous avait surpris par son pied vaguement subréticulé à son sommet, ce qui nous avait incité à la mentionner dans notre groupe VII des bolets à pied réticulé (1), peut-être abusivement du reste, mais cependant après avoir lu que Barbier comparait son *Emilei* à *sanguineus*, ce qui accordait à ce dernier un port bien moins grêle qu'il n'est habituellement dit.

Nous avions repris ce *sanguineus* chez Quélet parce que cet auteur lui attribuait une très longue spore, de 15 à 18 µ, qui était parfaitement conforme à ce que nous notions sur nos récoltes en question, mais qui était en totale opposition avec celles des *cramesinus* classiques, qui ont au contraire des spores remarquablement larges et plus courtes, par exemple de 13 à 16 µ sur 6 µ, au lieu donc de 15 à 20 µ sur 4 ou 5 µ.

Mais nous avions aussi envisagé une autre solution et été tenté de reprendre le nom de *speciosus* Frost (1874), espèce américaine, dont il est dit qu'elle a un chapeau rouge de pomme, non velouté, des pores d'un jaune brillant et un pied réticulé jaune comme les pores, ce qui s'appliquait assez bien; malheureusement, Singer a

(1) *Bull. S.M.F.*, 1970, étude du groupe *appendiculatus*.

Source : MNHN, Paris

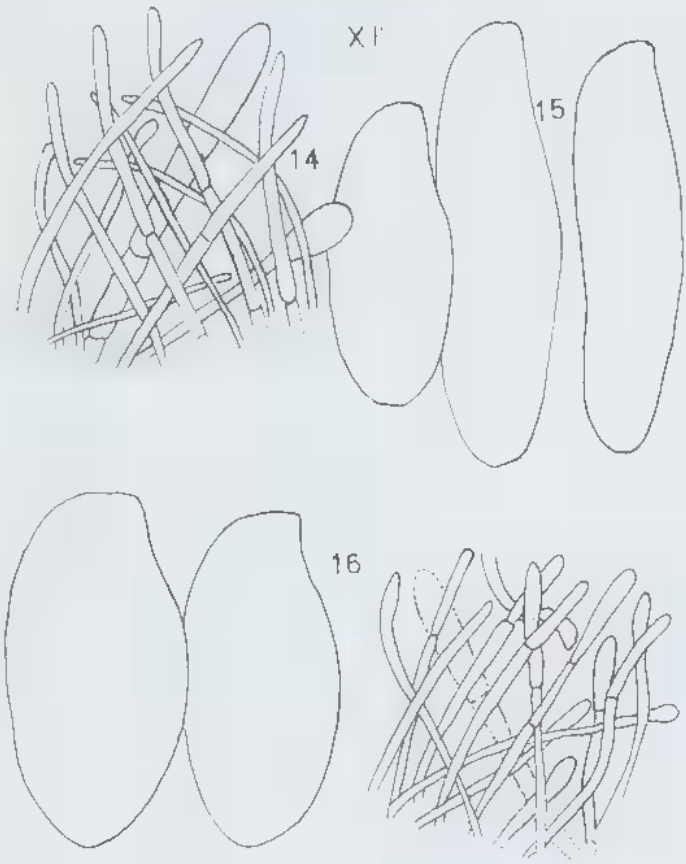


PLANCHE 7

Fig. XI - 14. *B. gentilis :* hyphes en filaments raides et entrecroisés, épais de 2 à 5 μ, parmi lesquelles apparaissent parfois des hyphes plus épaisses, plus nettement septées, mais presque optiquement vides; spores de 10 à 13 μ sur 5 μ. En fig. 15, les grandes spores de 15 à 20 μ sur 3,5 à 5 μ de l'aspect *subspeciosus*.

Fig. XI - 16. *B. cramesinus :* cuticule du même genre qu'en fig. 14; spores variant de 10 à 15 μ sur 5 à 7 μ.

Mêmes aspects chez le *sanguineus* Gillet, à pores verdissants.

Source : MNHN, Paris

utilisé récemment ce nom pour un bolet proche de *regius* et certainement différent du nôtre, ce qui nous avait finalement amené à baptiser nos récoltes à la fois *sanguineus sensu* Quélet et *subspeciosus* Blm en attendant d'y voir plus clair et en particulier de savoir si le bolet américain a ou non une telle spore longue et étroite. Mais, depuis cette époque, nous nous sommes rallié à une interprétation assez différente :

Le *gentilis* de Quélet est aussi une espèce assez mystérieuse qu'il est courant de voir synonymiser avec *cramesinus*, en tant que forme pâle et Gilbert, par exemple, lui refuse même le titre de variété; nous avons été longtemps de son avis, jusqu'au jour où nous nous sommes aperçu qu'il existait deux *gentilis*.

Il y en a un qui est certainement un *cramesinus* clair, peu rouge et qui a tous les caractères microscopiques des *cramesinus*, en particulier la spore ventrue que nous avons évoquée dans les lignes qui précèdent, et il y en a un autre, le vrai, celui de Quélet, qui est au contraire bien défini par sa spore « 11-14 μ, ellipsoïde-cylindrique », ces qualificatifs écartant franchement des aspects concordant avec ceux des *cramesinus* classiques.

Nous sommes aujourd'hui persuadé que notre *subspeciosus-sanguineus* Qu. à très longue spore et le *gentilis* Qu. ne font qu'un, le premier étant vraisemblablement un aspect luxuriant du second.

Si la taille des spores varie, leur profil est le même; nous avons revu sur des récoltes grêles une esquisse du réseau qui nous avait surpris sur des récoltes robustes et, ayant pu comparer sur le frais les deux aspects, nous hésitons vraiment à les séparer, en dépit de la spore 15-18 μ de l'un et 11-14 μ de l'autre; pour trancher, nous attendons d'autres récoltes qui pourraient nous fournir par exemple de grandes spores chez des exemplaires graciles, ou l'inverse; nous ne sommes pas loin de supposer que l'habitat pourrait être mis en cause et en particulier nous savons que nos récoltes robustes proviennent de terrains très découverts, où il est très plausible de penser qu'il a pu être fait récemment du charbon de bois, ce qui confirmerait une liaison entre ces places et l'existence des *cramesinus* que certains auteurs ont signalée; là, le champignon pourrait trouver un milieu spécialement favorable et prospérer, même donner naissance en quelque sorte à une race géante, se perpétuant plus ou moins longtemps; en revanche nos récoltes plus grêles proviennent de bas-côtés de chemins herbeux, avec donc un micro-habitat tout à fait différent, en dépit de la proximité relative des deux types de récoltes.

Comment nommer ces deux aspects, si tant est qu'ils soient reellement séparables, est difficile à décider; pour notre part, nous pensons que deux noms sont utiles étant donné l'écart entre les présentations, écart qui nous a longtemps fait illusion, comme il peut

Source : MNHN, Paris

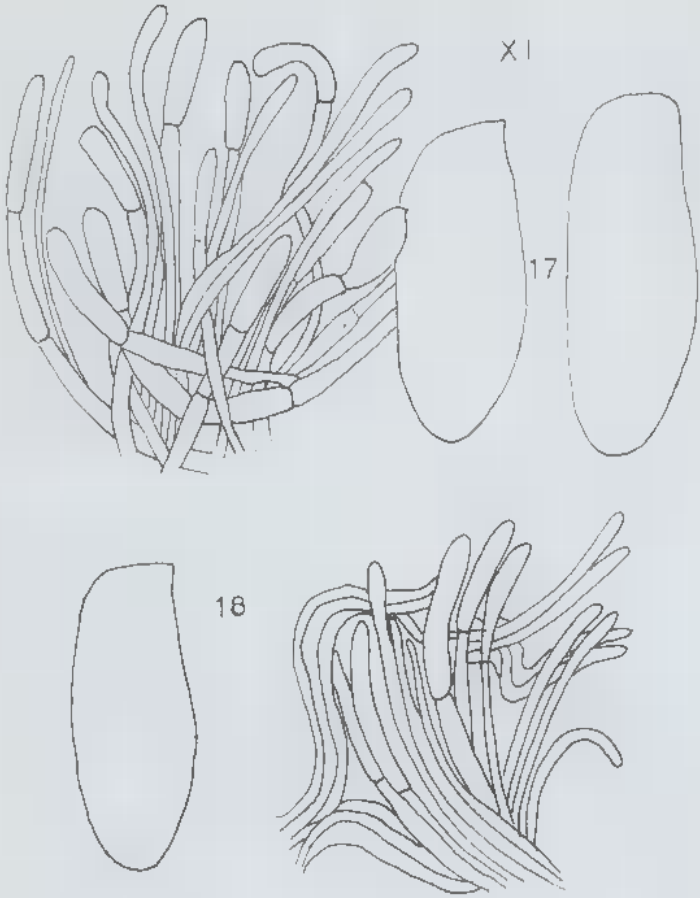


PLANCHE II

Fig. XI - 17. *B. lilaceus* : des hyphes assez minces, de 3 à 6 μ, disposées en gerbes denses et entrecroisées, avec çà et là des hyphes plus épaisses ou à articles plus volumineux, de 5 à 10 μ; spores de 11 à 15 μ sur 5 μ.

Fig. XI - 18. *B. rubellus* : exemple d'un bolet nommé *versicolor* de par sa cuticule finement veloutée ou non visqueuse, mais en pratique très proche à la fois de celle de *lilaceus*, fig. 17 et d'*armeniacus*, fig. 4.

Source : MNHN, Paris

encore faire illusion à d'autres, mais il nous paraît bien évident que c'est le cas ou jamais d'utiliser cette notion d'aspect qui nous semble de plus en plus indispensable chez les bolets.

Nous considérerons donc que ces deux champignons à spores étroites sont des *gentilis*, mais nous adoptons l'appellation d'« aspect *subspeciosus* » pour désigner les récoltes parfois plus robustes, à spores plus longues et correspondant donc mieux au *sanguineus* de Quélet qu'à son *gentilis*.

Nous abandonnons sans regret l'interprétation quéletienne de *sanguineus*, qui, tout en étant en opposition avec le sens originel de Withering, nous a paru un moment intéressante à conserver grâce à la précision apportée sur les spores, avec d'autant moins de regrets que nous avons récemment découvert un *cramesinus* verdissant qui devrait mettre tout le monde d'accord en s'attribuant la dénomination de *sanguineus* With., Gillet, Bim.

Le *cramesinus* de Secrétan (1833) est clairement décrit, relativement du moins : chapeau rose terne, cramoisi clair, carmin sale, un peu visqueux; chair blanche rougissant près de l'épiderme; pores du jaune le plus vif.

Il est visible que le chapeau peut être pâle et le bolet devient le *gentilis* de nombreux auteurs, mais malheureusement Secrétan ne souffle mot des spores, alors que ce sont elles qui nous ont permis de définir *gentilis* sous ses deux déguisements; au sens strict, rien ne s'oppose à ce que Secrétan ait décrit le même champignon que Quélet, car macroscopiquement tous les termes de la diagnose de 1833 s'appliquent aussi bien au double *gentilis* de Quélet à spores cylindriques qu'au *cramesinus* Sec. moderne à spores larges; tous les deux ont exactement ces mêmes pores d'un jaune intense qui sont responsables avant tout de leur confusion; chez tous ces bolets rouges, il est nécessaire d'admettre qu'aucun choix ne peut se faire sans quelque arbitraire, sans mécontenter l'un ou l'autre.

A tel point que nous avons trouvé dans les herbiers des *cramesinus* aussi bien sous le nom de *gentilis* que sous celui de *sanguineus*, qui nous semble cependant plus discutable. Et cela nous amène à faire deux remarques complémentaires, après avoir précisé que nous nous rallions à la tradition qui accorde des spores larges à *cramesinus*.

Il y a d'une part le fait que Gillet, en 1874, a décrit un *sanguineus* à pores très jaunes mais verdissant au toucher et que par le jeu des priorités ce champignon pourrait bien être celui qui doit le plus sûrement porter le nom de *sanguineus*, car ce détail absolument caractéristique l'emporte alors sur le vague des définitions friésiennes, vague dû au fait que Fries n'a jamais décrit *sanguineus* que sur la vue d'icônes, et que Withering était fort peu explicite.

Pour nous, le premier *sanguineus* clairement précisé, c'est celui de Gillet, et comme les *gentilis*, il doit être à son tour extrait du complexe *cramesinus*.

Source : MNHN, Paris

Nous avons pu le récolter sous conifères, dans le Tyrol, et nous convaincre que le texte de Gillet était bon : les pores sont du jaune d'or des *cramesinus* classiques, mais ils verdissent au toucher et deviennent avec l'âge plus ou moins brun verdâtre; il a dans le chapeau la chair sensiblement blanche, ou jaunâtre très pâle des *cramesinus*, un peu rose vers la cuticule cependant qu'elle devient parfois un peu azurée au-dessus des tubes chez les jeunes exemplaires; sa cuticule est nettement visqueuse au début, et ses caractères microscopiques sont ceux des *cramesinus*, y compris la spore large.

Remarquons que cette interprétation se trouve en parfait accord avec le texte de Withering : « tubes jaunes, devenant bleus à la cassure, à pores jaune citrin vif; chapeau de rouge sang à brunâtre; chair blanche, un peu rosâtre vers la cuticule, devenant lentement bleuâtre; pied jaune taché de rose. » Comme nous l'avions signalé au début, il n'a pas écrit que son bolet était visqueux; cela, Fries l'a ajouté; mais tel quel, il est tout aussi valable en tant que *sanguineus* With. sensu Gillet sinon plus qu'en tant que *versicolor*, comme certains mycologues l'ont pensé, et en particulier à cause de sa chair blanche; la question du verdissement était évidemment un obstacle sérieux qui s'opposait à ceux qui souhaitaient en faire un *cramesinus*, mais nous voyons que Gillet a découvert la clé du problème, en le voyant effectivement verdir.

La seconde difficulté qui a surgi a trait à toute une série de récoltes, les unes faites par nous, les autres trouvées dans les herbiers, qui étaient indubitablement sur le terrain des *cramesinus* typiques, à chapeau briqueté rosâtre, à chair blanche devenant rosâtre, à pores d'un jaune de bouton d'or ne bleuissant pas, à cuticule visqueuse; or ce bolet, que nous avons parfois vu nommé *sanguineus* ou *gentilis* dans les herbiers, n'a ni la spore ni la cuticule des *cramesinus* (fig. XI - 17); en revanche, il est facile de constater combien ses caractères se rapprochent de ceux, par exemple, des *armeniacus* (fig. XI - 4); c'est pour lui que nous souhaitons reprendre le nom de *B. lilaceus* Rost, lequel est habituellement synonymisé avec ceux de *cramesinus, sanguineus, rubellus;* le texte friésien concorde assez bien avec nos récoltes par le chapeau rougeâtre violacé, lisse, le pied mince, les pores larges et jaunes, la chair devenant rosâtre ou lilacine dans la coupe; mais il faut bien admettre que le choix de ce vieux nom évite surtout d'en créer un nouveau, qui en l'occurrence n'est peut-être pas rigoureusement indispensable.

Nous aurions certes pu utiliser aussi le nom de *rubellus* Kr. au lieu de celui de *lilaceus*, mais à vrai dire nous ne parvenons pas à comprendre comment ce bolet a pu passer pour un *sanguineus-cramesinus* tant son pied est rouge sombre, tant ses pores sont peu jaunes; en vérité, même si son texte permet un certain rapprochement, en lui

Source : MNHN, Paris

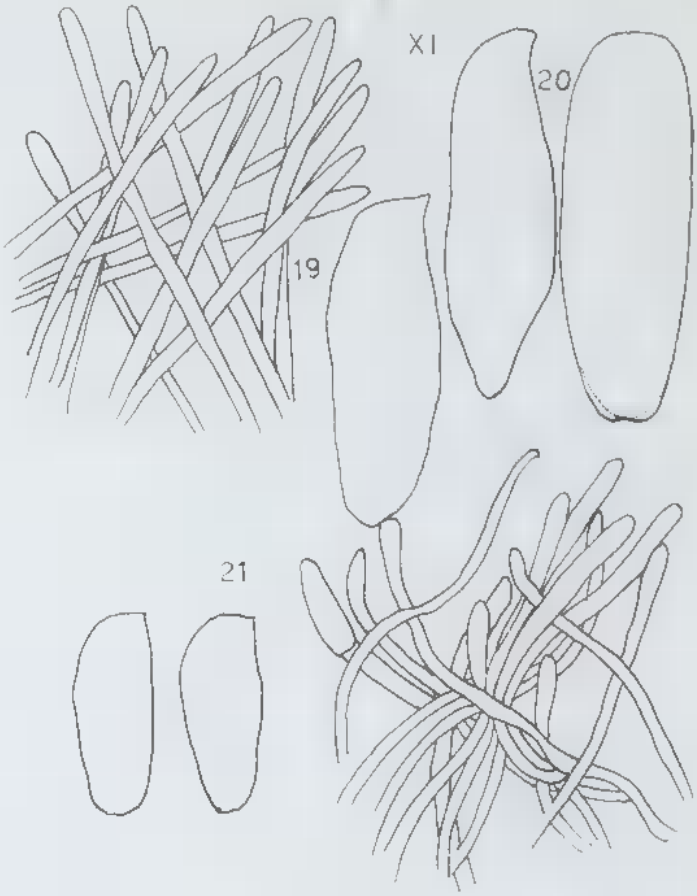


PLANCHE 9

Fig. XI - 19. *B. parasiticus* : hyphes denses et entrecroisées, cylindracées, larges de 3 à 8 µ; en fig. 20, exemples de spores porées, de profil et de face, provenant d'une récolte d'aspect *piperatoides*.

Fig. XI - 21. *B. lignicola* : hyphes larges de 5 à 10 µ, confusément disposées en gerbes enchevêtrées; spores assez petites, de 6 à 9 µ sur 3,5 ou 4 µ, rappelant celles des *granulatus-luteus*.

Source : MNHN, Paris

faisant dire ce qu'il ne dit pas, nous avons bien l'impression que ce *rubellus* pourrait être par exemple un vieux *versicolor* et contrairement à l'avis de Quélet nous ne le voyons pas très différent du *rubellus* proposé par lui; Quélet a en effet repris ce nom de *rubellus* pour une espèce qu'il dit affine à *versicolor*, ayant un chapeau finement tomenteux, une chair et des pores verdissant, une spore fusoïde de 10-11 μ; et il ajoute que son champignon n'a rien à voir avec celui de Krombholz, lequel n'est qu'un simple synonyme de *sanguineus*, ce qui nous semble, nous l'avons dit, invraisemblable.

Notre opinion est plutôt que ces deux *rubellus* sont proches l'un de l'autre, même si celui de Quélet est plus précisément décrit; ce qui est certain, c'est que nous avons trouvé parmi les *versicolor* que nous avons pu examiner des récoltes ayant des cuticules comme en XI - 18 (c'est un *versicolor* de l'herbier de Boudier, provenant de la Meuse), c'est-à-dire visiblement différentes de celles de nos *versicolor* types de la série *chrysenteron* (fig. XI - 1), mais proches à la fois de celles de nos *lilaceus* nettement visqueux (fig. XI - 17) et de celles des *armeniacus* (XI - 4).

C'est évidemment ce bolet velouté que nous avons mentionné en tant que *rubellus* Qu. soit à côté de *versicolor*, soit à côté d'*armeniacus*, dont il n'est à notre avis qu'un aspect particulièrement rouge ou violacé; il est velouté et verdissant et n'aurait donc rien à faire ici, dans ce groupe *cramesinus*, si nous n'avions vu ces récoltes que nous nommons maintenant *lilaceus*, qui étaient sans aucune illusion possible du type *cramesinus* sens large, avec un chapeau visqueux et des pores jaune d'or, mais avec des cuticules et des spores de type *rubellus* ou *armeniacus*.

Nous ne voulons pas dire que ce *lilaceus sensu nob.* est identique au *rubellus* de Krombholz ou de Quélet; nous avons récolté les uns en tant que *cramesinus* sûrs, tandis que nous nommions les autres *versicolor*, ce qui implique une certaine marge d'écart qu'il nous paraît *a priori* difficile d'avoir négligée...

Mais nous sommes persuadé qu'il doit exister un raccordement entre le groupe *cramesinus* (sens large) et le groupe *subtomentosus* (sens large) et qu'il doit se faire au niveau des *rubellus*, avec des espèces ayant les caractères microscopiques des *subtomentosus*, mais s'en séparant par une cuticule devenant visqueuse, par des pores devenant plus jaunes, par une chair et des pores de moins en moins verdissant.

En fait, la marge n'est pas toujours très grande entre une cuticule visqueuse et une cuticule sèche ou veloutée et les *badius*, par exemple, fournissent un bon exemple par leur double aspect qui les a fait classer tantôt en *Ixocomus*, tantôt en *Xerocomus*; et même dans ce groupe *subtomentosus*, combien de fois n'avons-nous pas été intrigué par ces *spadiceus* que la nature rend parfois presque visqueux.

Source : MNHN, Paris

A vrai dire, le verdissement de certains de nos *cramesinus* (tel le *sanguineus*, au sens de Gillet) nous surprend beaucoup plus, mais il témoigne aussi d'une rémanence certaine de caractères chimiques hérités des *communis*.

Y aurait-il deux branches dans les *cramesinus*, l'une issue des *spadiceus*, à chair déjà presque immuable (fig. XI - 5) et allant vers *lilaceus* et *cramesinus* Sec. et peut-être *gentilis*, l'autre issue des *armeniacus* et *rubellus* Qu., verdissants, passant peut-être par *rubellus* Kr., et atteignant le *sanguineus* de Gillet, visqueux mais verdissant?

Au point de suppositions où nous en sommes, nous ne pouvons que rappeler celle déjà ébauchée à propos de *rubinus* (groupe *piperatus*) : que s'est-il passé à un certain moment, aussi bien chez les *piperatus* que chez les *cramesinus* pour que leurs spores deviennent difformes, s'enflant chez *rubinus*, *cramesinus* Sec., *sanguineus* Gillet, mais s'allongeant démesurément chez les *gentilis?* (1).

Nous voudrions enfin, pour terminer, faire un bref retour sur l'ensemble de ce groupe *cramesinus :* les différentes espèces que nous avons séparées sont en réalité très près les unes des autres, à tel point que nous ne saurions critiquer ceux qui ne voudraient voir qu'une seule espèce quelque peu variable, avec des spores larges ou étroites, des cuticules avec hyphes plus ou moins apparentes, se colorant plus ou moins.

Cette conception statique ne doit être ni négligée, ni méprisée : elle seule permet d'aborder cette étude de bolets sans parti-pris; si nous avons ainsi pulvérisé ce groupe *cramesinus* — sans créer pour cela une seule espèce nouvelle — c'est parce que nous croyons qu'il n'est plus possible de considérer un bolet sous un aspect figé; ce n'est pas nous qui avons défini le *B. cramesinus* par sa spore large, mais les auteurs classiques; ce n'est pas nous qui avons défini *gentilis* par une spore ellipsoïde-cylindrique, mais Quélet, son créateur, pas plus que nous ne sommes responsables si Gillet a décrit un *cramesinus* verdissant; notre rôle, c'est d'avoir accumulé suffisamment de récoltes pour pouvoir affirmer que ces mycologues avaient bien vu, que chacun d'eux avait raison; il devient dès lors bien difficile de prétendre limiter exactement ce bolet qui par ses multiples présentations fait éclater de partout le cadre que la tradition voulait lui attribuer.

C'est ce débordement assez désespérant que pressentent souvent les mycologues et qui nous a personnellement longtemps embarrassé, jusqu'au jour où nous avons admis que la plupart des espèces de bolets (car ce n'est ni vrai pour tous les bolets ni pour tous les genres de champignons) n'étaient pas des réalités strictement définies.

---

(1) Quel passionnant sujet d'étude, le jour où l'on aura quelque peu su domestiquer la reproduction des bolets, que celui qui consisterait à rechercher quelles sortes d'actions ont pu provoquer de telles monstruosités!

Source : MNHN, Paris

Une espèce, c'est une accumulation de récoltes dont aucune, ou presque, n'est rigoureusement identique à l'autre et, ce qui est plus grave, cela devient un concept qui varie en fonction du récolteur, ou de l'auteur; en fait, tout comme un voyageur allant de province en province ne peut manquer de découvrir çà et là de beaux paysages bien typiques, mais séparés par d'autres qui le sont bien moins, à tel point que seules les bornes lui apprennent souvent un changement de département, le mycologue doit penser qu'il doit aller d'espèce en espèce, mais qu'il n'a point de pareilles bornes à sa disposition : les livres ne donnent que les paysages typiques ou qui se voudraient tels alors que l'essentiel est peut-être de découvrir les chemins qui les relient entre eux, de les jalonner de récoltes qui joueront le rôle de bornes, jusqu'au jour où l'on s'apercevra sans doute que cette vague cartographie que nous évoquons devra céder la place à des structures pluridimensionnelles comme en proposent les chimistes ou les physiciens.

Clé de détermination des bolets du Groupe XI.

1. Espèce petite ou moyenne, venant surtout sous conifères, à pores larges, décurrents, cuivrés, ou encore espèce petite ou moyenne venant en parasite sur les sclérodermes, ou encore espèce moyenne à chapeau nettement velouté poussant sur les souches de pins à cinq aiguilles..... 10

   Espèce petite ou moyenne à chapeau plus ou moins rose, rouge, pourpre, d'aspect nettement velouté, avec des pores larges et jaune verdâtre... 2

   Espèces ayant à peu près les mêmes nuances de chapeau, mais avec une cuticule d'aspect visqueux ou brillant; pores larges d'un jaune doré intense 9

   Espèces à chapeau velouté, fréquemment gercé, de couleur très variable, olivâtre, brunâtre, orangé 3

2. Chapeau d'un rouge souvent intense, assez peu gercé, à chair rouge dans les interstices mais jaune dans le chapeau; pied jaune plus ou moins ponctué de rouge; hyphes de la cuticule avec des articles terminaux visiblement renflés (fig. XI - 1) ..... *versicolor*

   Chapeau pâle, à peine rosâtre ou partiellement olivâtre pâle, très fortement crevassé; spores tronquées, à pore germinatif..... *porosporus*

   Chapeau généralement moins rouge, plus gercé, plus décoloré; cuticule avec des hyphes réunies en gerbes entrecroisées (fig. XI - 4);

   Pied jaune, plus ou moins ponctué de rouge, mais vermillon vers la base, au moins intérieurement; chair jaune ± bleuissante.. *rubellus* Qu.

3. Chair nettement jaune dans le chapeau, le plus souvent rouge dans les interstices de la cuticule 4

   Chair jaune ou seulement jaunâtre, le plus souvent non rouge dans les interstices de la cuticule, généralement bleuissante 8

   Espèces d'allure plus robuste que les précédentes, à chair sensiblement blanche et immuable au moins dans le chapeau, à pied souvent côtelé et parfois comme subréticulé par des fibrilles brunes..... 5

4. Cuticule comme en XI - 1, avec des hyphes nullement disposées en gerbes (Série des *chrysenteron*).

Source : MNHN, Paris

Si la disposition était comme en XI - 3, 4, 5, voir..... 7

Espèce de taille médiocre, peu dure, à chapeau vite craquelé-gercé surtout brun orangé, mais variant en fait dans toutes les nuances possibles du brun, allant jusqu'à brun-noir, tendant à olivâtre et même à jaunâtre, passant à brun fauve, ou se pigmentant de pourpre ou de rouge au point de rejoindre la var. *versicolor*, au chapeau purement rouge.

Chair nettement jaune, quoique souvent également nuancée d'un léger rose çà et là dans une coupe, bleuissant ±, généralement rose dans les interstices de la cuticule, sauf parfois dans les formes très brunes.

Pied généralement fusiforme, jaune, mais plus ou moins envahi de rose par de fines squamules formant parfois de légères côtes.

Pores larges, d'abord très jaunes, puis verdâtres, bleuissant à l'écrasement, se nuançant parfois d'une légère bordure rose.... *chrysenteron*

Forme à pied entièrement rouge, betterave même parfois.... *pascuus*

Forme à chapeau rouge violacé, brun-pourpre..... *pruinatus*

5. Cuticule comme en XI - 2, avec des hyphes seulement cylindracées, denses, en amas entériformes (Série des *subtomentosus*).

Chapeau olivâtre, clair ou foncé, très finement velouté, peu gercé; pied claviforme, assez épais, d'abord jaune, mais rapidement envahi de fauve ou parfois de rougeâtre, souvent subréticulé par de larges mailles.

Pores relativement larges, d'abord très jaunes, se marquant de brun au toucher, ou parfois d'un peu de vert; chair blanche, ou un peu fauve, immuable, plus roussâtre dans le pied..... *subtomentosus*

Variété à chapeau fauve, à pied très réticulé..... *lanatus*

Variété à chapeau olivâtre remarquablement velouté, à pores et à chair non bleuissants, ou presque, mais à pied parfois un peu taché de rouge ..... *eriophorus*

Cuticule d'un autre type, comme en XI - 5, avec des hyphes entrecroisées et plus ou moins disposées en gerbes (Série des *spadiceus*).. 6

6. Chapeau fauve, brun rougeâtre, ferrugineux, finement velouté, mais finalement presque lisse; pied jaunâtre ou brunâtre, parfois avec un soupçon de rougeâtre, d'aspect chiné, avec de longues fibrilles brunes formant parfois un réseau saillant.

Chair le plus souvent vraiment blanche dans le chapeau, un peu plus jaunâtre dans le pied, non ou à peine bleuissante; pores relativement larges, souvent très jaunes, puis devenant roussâtres, bleuissant parfois à l'écrasement ..... *spadiceus*

Variété remarquable par son aspect trapu et par la réticulation rougeâtre de son pied ..... *Leguei*

Variété remarquable par le comportement de sa chair qui devient brun-chocolat dans une coupe ..... *rutilus*

Si la chair semble jaune, si elle bleuit nettement, si les pores verdissent au toucher, si le pied est marqué de rouge, voir..... 7

7. Les hyphes sont comme en XI - 4 ou 5, plus ou moins en gerbes, mais ne se terminent guère par des articles volumineux.

Chapeau essentiellement orangé, fauve-briqueté, vieux rose, nettement velouté, parfois presque comme mousseux; pores plus ou moins bleuissants; pied souvent vivement coloré d'orangé vers la base, presque vermillon en bas dans une coupe ..... *armeniacus*

Chapeau presque groseille, brun-rose..... *rubellus*

Les hyphes se terminent, au contraire, par des articles souvent très volumineux (Série des *communis*) 8

Source : MNHN, Paris

8. Chapeau de taille moyenne, généralement olivâtre, gris verdâtre, gris jaunâtre, mais également brun, de presque noir à orangé-briquelé, souvent densément crevassé; chair jaune ou jaunâtre, ne bleuissant pas toujours dans une coupe, souvent çà et là marbrée de rose, parfois rouge dans les cicatrices.

Pores larges, jaune verdâtre, verdissant plus ou moins; pied fusiforme, mince ou épais, jaunâtre ou verdâtre, souvent envahi ou ponctué de rouge, parfois vaguement côtelé (Cuticule comme en XI - 3). *communis*

Variété remarquable par son chapeau olive noirâtre intensément velouté; chair peu bleuissante, pores très jaunes et pied à base également très jaune (Cuticule comme en XI - 6) ..... *pannosus*

Aspect grêle, à chapeau olivâtre sale (Cuticule XI - 6) .... *marginalis*

Espèces difficiles à décrire macroscopiquement, ressemblant tantôt à *communis*, tantôt à *pannosus*, tantôt même à *chrysenteron*, mais souvent avec un pied verdâtre et une cuticule fortement gercée, microscopiquement définies par leur spore tronquée au sommet par la présence d'un pore germinatif; cuticules et spores très variables, comme en XI - 7 et 8 ..... *porosporus*

Espèce plus robuste que les précédentes, ayant la cuticule des *communis*, mais un port de *subtomentosus* ou de *spadiceus*, avec un chapeau relativement ferme et peu gercé brun-fauve ou brun olivâtre, une chair nettement jaune et verdissant au toucher, un pied souvent robuste et côtelé-réticulé normalement sans rouge; la chair est brune dans les crevasses du chapeau, mais tend souvent à devenir fauve près de la cuticule ou dans le bas du pied (fig. XI - 3) ..... *ferrugineus*

Espèce assez moyenne mais presque dure, à chapeau jaunâtre ou olivâtre nettement velouté, remarquable par son pied à fort réseau saillant plus sombre et surtout par ses pores larges d'un jaune d'or intense et persistant et ses tubes extrêmement courts; chair jaune bleuissant ±, plus roussâtre dans le bas du pied; cuticule comme chez *armeniacus* (fig. XI - 4), mais spores assez larges, 10-12 μ sur 5-6 μ.... *reticulatipes*

9. Espèce de taille médiocre, à chapeau fauve ou rougeâtre, d'aspect humide, à cuticule comme fibrillée-vergetée, à pied mince, tordu, jaune mais envahi plus ou moins de rougeâtre, à chair jaunâtre, un peu rosâtre vers la cuticule; pores d'un jaune intense, assez larges, verdissant nettement au toucher; spore large (fig. XI - 16) ..... *sanguineus*

Espèce ayant des spores nettement larges, ventrues, mais des pores absolument pas verdissants (fig. XI - 16) ..... *cramesinus*

Espèce ayant toujours ces mêmes pores très jaunes et non verdissants, mais avec des spores étroites, subcylindriques, longues de 10 à 15 μ; le champignon est généralement relativement grêle (fig. XI - 14).. *gentilis*

Variété plus robuste, parfois moyenne, à chapeau souvent peu coloré, ou panaché de rouge pourpre et de crème, avec des spores de 15 à 20 μ ..... *subspeciosus*

Espèce ressemblant à *sanguineus* ou à *cramesinus* par son chapeau rose-briqueté visqueux, par ses pores d'un jaune de bouton d'or, tendant parfois à se tacher de rouille avec l'âge, par son pied long et très jaune parfois un peu envahi de rose; chair blanche, se colorant à l'air de fauve rosâtre; aucun bleuissement ni de la chair ni des pores; spores et cuticule comme en XI - 17 ..... *lilaceus*

Remarque : une chair très fortement bleuissante doit faire penser à *pulverulentus*, qui, dans ses états jeunes, peut présenter des pores et un pied d'un jaune intense; son chapeau ocracé ou rougeâtre est normalement velouté, mais peut rapidement devenir lisse et presque subvisqueux (groupe VII).

Source : MNHN, Paris

10. Espèce venant en parasite sur les sclérodermes; chapeau fauve ou brunâtre clair, finement velouté, puis luisant; pied jaunâtre fusiforme ou aminci vers le bas; pores larges, très jaunes, descendant sur le pied par de longues alvéoles, devenant parfois franchement cuivrés, dans un aspect *piperatoides*, au point d'évoquer le *B. piperatus;* chair nettement jaune, immuable, le restant longtemps en herbier, douce (fig. XI - 19) .... *parasiticus*

Espèce poussant sur les souches de pins à 5 aiguilles, avec un chapeau velouté jaunâtre, brun jaunâtre, avec de larges pores moins jaunes que chez *subtomentosus*, finalement presque brun verdâtre; pied fusiforme brunâtre, vaguement fibrillé de rougeâtre (fig. XI - 21) ..... *lignicola*

Bolets à pores cuivrés, rouillés, presque rouges parfois 11

11. Espèce de taille médiocre venant surtout, mais non uniquement, sous conifères, bien caractérisée typiquement par sa saveur nettement poivrée et aussi par ses larges pores cuivrés souvent un peu décurrents; pied grêle généralement long, fauve rougeâtre, mais à base et à mycélium jaune soufre.

Chapeau brun rougeâtre, parfois seulement ocracé, subvisqueux par l'humidité, mais devenant lisse et luisant par le sec; cuticule avec de grosses hyphes entrecroisées, assez dispersées, larges de 5 à 12 μ, montrant extérieurement de nombreuses et grosses incrustations (fig. XI - 9) .... *piperatus*

Espèce très voisine d'aspect mais différant par sa chair sensiblement douce ou tardivement un peu amère; chapeau pâle, d'un ocracé à peine rougeâtre; pores larges, brun-roux, puis fauve-rouille et enfin brun-rouge sombre; pied brun-rouille en haut, plus jaunâtre en bas, finement strié, mince; chair roussâtre dans le chapeau, plus jaune dans le pied; cuticule à hyphes denses, épaisses de 7 à 15 μ, sans incrustations manifestes (fig. XI - 10) ..... *amarellus*

Espèce plus petite, à pied plus court, à chapeau ocracé pâle, avec des pores moins nettement décurrents, ocracé rougeâtre puis rougeâtre sombre; saveur légèrement piquante ou subdouce; cuticule comme en XI - 11, spores nettement allongées ..... *Pierrhuguesii*

Aspect à marge rosée, à pores plus nettement carminés ..... *Barlae*

Espèce un peu plus grande que *Pierrhuguesii*, ressemblant par ses teintes à son aspect *Barlae*, mais avec encore plus de rouge sur le chapeau, les pores ou le pied; spores nettement larges (fig. XI - 13) ..... *rubinus*

⁂

Nouvelles appellations proposées.

B. subspeciosus Blm *nov. nom.* (= *sanguineus sensu* Quélet.
A boleto cramesino differt sporis oblongis, 15-18 μ; *B. gentilis* Qu. *gracilior videtur proximus*. Récolte n° 564, Dourdan (Essonne).

B. parasiticus var. piperatoides Blm, *nov. var.*
A typo differt poris rubris; sporis saepissime truncatis. Récolte n° 992, Dourdan (Essonne).

Source : MNHN, Paris

INFORMATION

■

Nous avons reçu de M. Elvezio Römer, Président de la Société Mycologique « Carlo Benzoni » de Chiasso (Suisse), l'information suivante relative aux résultats préliminaires des recherches toxicologiques effectuées sur le *Cortinarius orellanus* Fr., rédigée par la Commission scientifique de cette Association.

Au Laboratoire d'une grande société pharmaceutique de Milan, le champignon frais a été administré, une seule fois, par voie buccale, en faible dose :

— a) 1 à 5 g par kg de poids aux souris,
— b) 0,5 g par kg de poids aux chiens.

Les animaux soumis à l'épreuve, après syndrome retardé, sont tous morts dans le délai de 4 à 7 jours.

L'autopsie révèle la dégénérescence graisseuse du foie, de graves lésions aux reins, et une série d'hémorragies diffuses surtout au niveau gastro-intestinal.

Le tableau est donc celui d'un empoisonnement paraphalloïdien.

Le *Cortinarius orellanus*, en 1952, a provoqué la mort de onze personnes en Pologne. Des recherches concernant cette intoxication ont été faites à l'Université de Poznam par le Professeur Grizmala, décédé depuis. Il paraîtrait qu'il ait isolé l'*orellanine;* mais il n'a rien publié sur la structure de cette substance.

Un groupe de savants français (Andraud et coll.) de Grenoble croit avoir déterminé le champignon, malheureusement — faute de matériel — n'a pu aller plus loin.

C'est ce que nous savions jusqu'alors au sujet du *Cortinarius orellanus*.

En 1965 nous avons trouvé ce champignon pour la première fois; en 1968 MM. le Professeur Albert Pilát de Prague et Julius Peter de Chur (Suisse) ont confirmé notre détermination; cette année, dans la partie méridionale du Canton du Tessin nous en avons recueilli 500 g.

Nos recherches toxicologiques se poursuivront dans un double but : isoler l'*orellanine* d'une part, pratiquer des examens histologiques d'autre part.

Dans le prochain numéro de notre Rassegna Micologica Ticinese, nous en publierons un compte rendu complet et détaillé.

Source : MNHN, Paris

Roger HEIM

Champignons d'Europe

2e édition. 1 vol. 16 × 24 cm, 670 p., 56 pl. coul., 20 pl. photo noir, 930 dessins au trait présentés en 337 figures.
Plus de 1700 espèces décrites.

Rapidement épuisée, la 1re édition, parue en 1956, comportait deux Tomes de format portatif. Cette nouvelle édition, de dimensions plus importantes mais réalisée en un seul volume, est plus agréable en bibliothèque. On n'y trouvera, dans le texte général, que des retouches de détail. Ont été cependant sensiblement augmentés, enrichis selon l'acquis des recherches récentes, en particulier celles d'ordre chimiophysiologique ou fournies par les observations au microscope électronique et à balayage, les chapitres concernant la structure des spores, la toxicologie, les champignons narcotiques et psychotropes, les phénomènes de luminescence.

Editions N. Boubée & Cie, Paris, 1969. Prix : 120,00 F.

Du même auteur, paru antérieurement :

Les Champignons Toxiques et Hallucinogènes

1 vol. 13 × 18 cm, 328 p., 43 fig., 3 cartes.

Tout sur la toxicologie des champignons, au point où se trouve actuellement la connaissance qui a beaucoup progressé au cours des cinquante dernières années en même temps que la chimie, y compris les phénomènes psychotoniques, psychodysleptiques et psycholeptiques des hallucinogènes.

Editions N. Boubée & Cie, Paris, 1963. Prix : 49,50 F.

Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes

par Roger HEIM

avec la collaboration de R. Cailleux, R. G. Wasson, P. Thévenard
in Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle,
7e série, tome IX, 1965-1966.

Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (Ve)

Source : MNHN, Paris

Paru récemment :

La Conservation des Documents Graphiques

Recherches Expérimentales

par Françoise FLIEDER (Thèse de Doctorat).

Préface du Professeur Roger HEIM.

Aboutissement des travaux effectués depuis plus de 15 années par l'Auteur et son équipe de techniciens, cet ouvrage fait le point sur toutes les questions posées par l'altération des documents graphiques, livres, encres, enluminures, etc... Après une étude, concise mais complète, des modes d'action des agents destructeurs, depuis les pollutions atmosphériques jusqu'aux divers champignons, bactéries et insectes, ainsi que des différents procédés classiques de lutte préventive, Mme FLIEDER donne les résultats de ses recherches portant sur la lutte biologique, le blanchiment des taches, la résistance physico-chimique des papiers traités et l'étude de la couche picturale des enluminures. — Ouvrage de portée internationale, couvrant à la fois les domaines de la science pure et de la science appliquée, apportant de nouveaux espoirs en vue d'une meilleure conservation de tous documents culturels.

Un vol. rel. 16 × 25 cm, 288 p., 116 fig., 68 tabl., 4 pl. coul. h.-t. Edition Eyrolles, Paris, 1969. Prix : 50 F.

Albert LECLAIR et Henri ESSETTE

Les Bolets

1 vol. 21 × 27 cm; 54 + 81 p. + 64 pl. coul. et 8 pl. noir.

Préface de R. HEIM.

2e tome des « Atlas mycologiques », monographies traitant toutes les espèces françaises et même européennes dans un genre spécialement étudié, chaque espèce faisant l'objet d'une description à la fois complète et concise et d'une planche grand format. Réalisation moderne de haute qualité.

Editions Paul Lechevalier, Paris, 1969. Prix : 250 F.

Le rédacteur en chef et le gérant de la Revue : Roger HEIM, P. MONNOYER.

IMPRIMERIE MONNOYER - LE MANS

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris